

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-045827

(43)Date of publication of application : 16.02.1996

(51)Int.Cl.

H01L 21/027
G03F 7/20

(21)Application number : 06-195928

(71)Applicant : CANON INC

(22)Date of filing : 28.07.1994

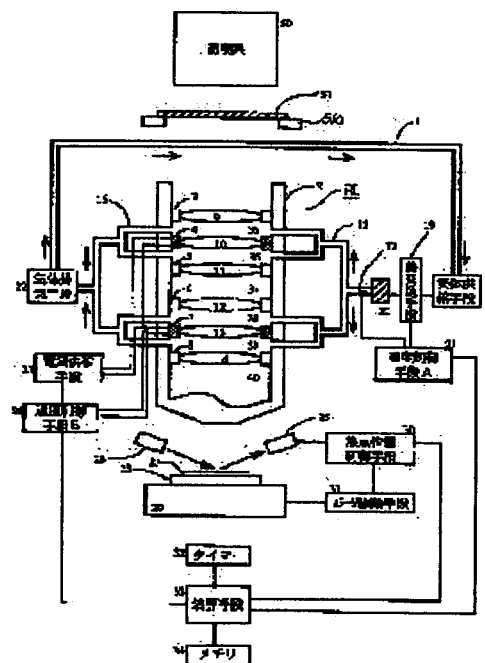
(72)Inventor : YONEKAWA MASAMI

(54) PROJECTION EXPOSURE DEVICE AND MANUFACTURE OF SEMICONDUCTOR DEVICE USING IT

(57)Abstract:

PURPOSE: To efficiently correct nonuniformity of the distribution of a refractive index by heating the peripheral part of a lens in a ring-like form and supplying and exhausting a gas in a plurality of spaces between lenses to linkingly operate temperature control so that the temperature becomes a predetermined temperature which is set in advance.

CONSTITUTION: A lens space is set as lens spaces 35, 36, 38, 39 and a gas is made to flow into there. A heating means for warming the peripheral part of the lenses is provided in lens frames 4, 7. A gas temperature control means 21 controls a heat exchange means 19 so that the gas has a predetermined temperature on the basis of the measured results by a thermometer. A gas exhausting means 22 collects the gas by an exhaust piping 16 to exhaust a fixed quantity of gas per unit time. The temperature control by the heating means for warming the peripheral part of the lenses and the gas temperature control means 21 is linkingly operated so that the temperature becomes a predetermined temperature which is set in advance. Thereby, the temperature distribution inside the lenses is always kept flat, thereby being able to suppress the change of the magnifying power of a projection lens and the change of distortion.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

*** NOTICES ***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] A heating means to heat at least one lens periphery which constitutes this projection optics in the projection aligner which carries out projection exposure of the pattern on the 1st body side on the 2nd body side according to projection optics in the shape of a ring, A lens temperature control means to control so that this lens periphery serves as predetermined temperature, A gas supply exhaust air means to make two or more lens space inserted into the lens which constitutes this projection optics supply and exhaust a gas, And the projection aligner characterized by making it interlock and operate so that it may become the predetermined temperature which established a gas temperature control means to control so that this gas serves as predetermined temperature, and set up beforehand the temperature control by this lens temperature control means and this gas temperature control means.

[Claim 2] Said gas supply exhaust air means is the projection aligner of claim 1 characterized by making a gas supply means to make a gas supply in lens space, and a gas exhaust air means to make a gas exhaust connect by the duct, and circulating this gas within a sealing system through this lens space.

[Claim 3] Said gas supply exhaust air means is the projection aligner of claim 2 characterized by having the laminar-flow means which makes gaseous flow a laminar flow respectively for the feed hopper which supplies a gas in lens space, and the exhaust port which makes a gas exhaust.

[Claim 4] said gas -- air, N₂, and CO₂ it is -- claims 1 and 2 characterized by things, or projection aligner of 3.

[Claim 5] After carrying out projection exposure of the pattern on a reticle side on a wafer side according to projection optics, In case a semiconductor device is manufactured for this wafer through a development process, at least one lens periphery which constitutes this projection optics is heated in the shape of a ring with a heating means. It controls by the lens temperature control means so that this lens periphery serves as predetermined temperature at this time. Two or more lens space inserted into the lens which constitutes this projection optics is made to supply and exhaust a gas with a gas supply exhaust air means. The manufacture approach of the semiconductor device characterized by using the process which interlocks and operates so that it may become the predetermined temperature which set up beforehand the temperature control by this lens temperature control means and this gas temperature control means, in case it controls by the gas temperature control means so that this gas serves as predetermined temperature at this time.

[Claim 6] Said gas supply exhaust air means is the manufacture approach of the semiconductor device of claim 5 characterized by making a gas supply means to make a gas supply in lens space, and a gas exhaust air means to make a gas exhaust connect by the duct, and circulating this gas within a sealing system through this lens space.

[Claim 7] Said gas supply exhaust air means is the manufacture approach of the semiconductor device of claim 6 characterized by having the laminar-flow means which makes gaseous flow a laminar flow respectively for the feed hopper which supplies a gas in lens space, and the exhaust port which makes a gas exhaust.

[Claim 8] said gas -- air, N₂, and CO₂ it is -- the manufacture approach of claims 5 and 6 characterized

by things, or the semiconductor device of 7.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]**[0001]**

[Industrial Application] In case this invention manufactures semiconductor devices, such as IC and LSI, especially, when it projects the electronic-circuitry pattern on a reticle side on a wafer side according to projection optics (projection lens) about the manufacture approach of a semiconductor device of having used a projection aligner and it, By controlling the temperature distribution inside a lens, it prevents effectively that the lens which constitutes this projection optics absorbs exposure light (exposure light energy), and becomes uneven [the temperature distribution of this lens], and an optical property changes, and a highly precise projection pattern image is obtained in it.

[0002]

[Description of the Prior Art] Many contraction mold projection aligners (stepper) of the step & repeat method which used projection optics are conventionally used for formation of the electronic-circuitry pattern of semiconductor devices, such as IC and LSI.

[0003] In recent years, the further improvement in resolution, superposition precision, and a throughput is called for with improvement in the degree of integration of a semiconductor integrated circuit. There is a curvature of field of a projection lens as one factor which affects resolution among in this. Moreover, one factor which affects superposition precision has the image formation scale factor of a projection lens, and distortion. Usually, since a projection lens is assembled adjusting in a high precision at the time of assembly, these optical aberration is the values of design value extent once. However, in the time of actual equipment operation, each lens which constitutes projection optics absorbs a part of energy (g line, i line, KrF excimer laser, etc.) of exposure light, and, thereby, temperature distribution arise inside a lens.

[0004] Distribution of a refractive index arises inside a lens by that, and the field configuration of a lens changes further. The phenomenon in which the optical property (a curvature of field, an image formation scale factor, distortion) of a projection lens changed with the causes of the both conventionally was pointed out from sometime past. Although ** material with high permeability is developed to each exposure light, when the lens number of sheets of a projection lens increases or NA of a projection lens becomes large, recently, there is an inclination which the aperture of a lens expands. For this reason, we are further anxious about this phenomenon. Moreover, structure is complicated, the latest LSI is in the inclination for the process that a level difference is large to also be used abundantly, and reservation of the depth of focus of the predetermined depth within the field angle of a projection lens is important.

[0005] Furthermore, in mass-production Rhine of each LSI, in order to raise a throughput, the stepper of high resolution is used for a critical layer, and although resolution is low in an un-critical layer, the inclination using the stepper of a high throughput with a large field angle is becoming strong at it. Mix & Match in a model different generally In order to correspond to the process of a method, it is necessary to suppress fluctuation of the scale factor of a projection lens, distortion, etc. as much as possible. Thus, although optical-character ability makes the basis of the equipment engine performance of a stepper, the

number of it is one, and even if it suppresses these engine-performance change as much as possible or change arises, it will be important for it to establish a certain amendment means.

[0006] The approach of passing the gas from which temperature and a pressure were controlled by JP,60-79357,A and JP,60-79358,A by the predetermined value as a means to amend change of this optical property conventionally in the interior of a room of a projection lens etc. is proposed. Moreover, in JP,5-347239,A, the approach which is, if possible, going to make the temperature distribution inside a lens the thing of homogeneity is proposed by heating the periphery of one or more lenses of a projection lens.

[0007]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] At previous JP,60-79357,A and previous JP,60-79358,A, air is passed at predetermined temperature to one or more lens space of a projection lens. However, even if it lowered the temperature of the lens core where temperature is the highest 2 to 30 percent in our simulation, it was difficult to suppress aberration change to a predetermined value. The operation is quite difficult although the optical-character ability of a projection lens is maintainable to a predetermined value by lowering the temperature inside a lens uniformly to the temperature of air. Since it will become large-scale [equipment, such as using a liquid for a refrigerant, for example,] even if it can lower the temperature inside a lens uniformly to the temperature of air, operation is very difficult.

[0008] Moreover, matter, such as an ammonium sulfate, is generated in exposure light and photochemical reaction as a result of [its] a lifting, a certain gas molecule in the ambient atmosphere of a clean room adheres to the lens front face of an illumination-light study system, and the problem that an image surface illuminance falls is pointed out in recent years. In the above-mentioned conventional example, through a HEPA filter, since the object of air cooling is a projection lens, supply of air will always be received in lens space from the source of air supply, and a lens will be exposed to air. Consequently, the above-mentioned matter may adhere to the lens front face of a projection lens, and the optical property of a lens may change. In that case, although what is necessary is just to perform lens cleaning, the trouble that decomposition that it is not easy and very large-scale, an assembly, readjustment, etc. are generally needed arises.

[0009] In JP,5-347239,A, if exposure is performed, the temperature distribution of each lens of a projection lens are high near the optical axis, warm a lens periphery compulsorily paying attention to the phenomenon of becoming low in a periphery, and make temperature distribution homogeneity.

[0010] However, with this projection aligner, the phenomenon in which it will be filled with heat in a projection lens can be considered. Therefore, although this heat must be made to dissipate with a certain means, the above-mentioned conventional example is not enough indicated about that.

[0011] This invention amends effectively that the lens which constitutes projection optics absorbs exposure light, and becomes uneven [the temperature distribution of this lens], and a lens configuration changes, and internal refractive-index distribution becomes uneven, maintains an optical property good, and aims at offer of the manufacture approach of the semiconductor device using the projection aligner and it from which the projection pattern image of high resolution is obtained.

[0012]

[Means for Solving the Problem]

(1-1) A heating means to heat at least one lens periphery which constitutes this projection optics in the projection aligner to which the projection aligner of this invention carries out projection exposure of the pattern on the 1st body side on the 2nd body side according to projection optics in the shape of a ring, A lens temperature control means to control so that this lens periphery serves as predetermined temperature, A gas supply exhaust air means to make two or more lens space inserted into the lens which constitutes this projection optics supply and exhaust a gas, And a gas temperature control means to control so that this gas serves as predetermined temperature is established, and it is characterized by making it interlock and operate so that it may become the predetermined temperature which set up beforehand the temperature control by this lens temperature control means and this gas temperature control means.

[0013] Said especially gas supply exhaust air means makes a gas supply means to make a gas supply in

lens space, and a gas exhaust air means to make a gas exhaust connect by the duct. Circulating this gas within a sealing system through this lens space and said gas supply exhaust air means have the laminar-flow means which makes gaseous flow a laminar flow respectively for the feed hopper which supplies a gas in lens space, and the exhaust port which makes a gas exhaust, and said gas -- air, N₂, and CO₂ it is -- it is characterized by things etc.

[0014] (1-2) The manufacture approach of the semiconductor device of this invention After carrying out projection exposure of the pattern on a reticle side on a wafer side according to projection optics, In case a semiconductor device is manufactured for this wafer through a development process, at least one lens periphery which constitutes this projection optics is heated in the shape of a ring with a heating means. It controls by the lens temperature control means so that this lens periphery serves as predetermined temperature at this time. Two or more lens space inserted into the lens which constitutes this projection optics is made to supply and exhaust a gas with a gas supply exhaust air means. In case it controls by the gas temperature control means so that this gas serves as predetermined temperature at this time, it is characterized by using the process which interlocks and operates so that it may become the predetermined temperature which set up beforehand the temperature control by this lens temperature control means and this gas temperature control means.

[0015] Said especially gas supply exhaust air means makes a gas supply means to make a gas supply in lens space, and a gas exhaust air means to make a gas exhaust connect by the duct. Circulating this gas within a sealing system through this lens space and said gas supply exhaust air means have the laminar-flow means which makes gaseous flow a laminar flow respectively for the feed hopper which supplies a gas in lens space, and the exhaust port which makes a gas exhaust, and said gas -- air, N₂, and CO₂ it is -- it is characterized by things etc.

[0016]

[Example] The important section schematic diagram of the example 1 of the projection aligner of this invention, drawing 2, and drawing 3 of drawing 1 are some explanatory views of drawing 1. In this drawing, 51 is a reticle and the electronic-circuitry pattern is formed on the field. 51a is a reticle stage and is carrying out adsorption maintenance of the reticle 51. 50 is an illumination system, has excimer laser or an ultrahigh pressure mercury lamp, masking equipment, etc. as a light source means, and is illuminating the electronic-circuitry pattern on the 51st page of a reticle by uniform illumination distribution with exposure light.

[0017] PL is projection optics (projection lens) and has projected the electronic-circuitry pattern on the 51st page of the reticle illuminated with the exposure light from an illumination system 50 on the 27th page of a wafer for the predetermined scale factor (for example, 1/5 or 1/10). As for the wafer 27, sensitive material, such as a resist, is applied on the field. 28 is a wafer chuck and is carrying out adsorption maintenance of the wafer 27. 29 is a wafer stage and the XYZ direction and theta, and a tilt drive are possible for it in a wafer 27.

[0018] Each lens with which 2 constitutes a projection lens barrel and 9-14 constitute the projection lens PL respectively, and 3-8 are lens frames which contain lenses 9-14 and are held. 35-40 are lens space formed with each lens. In this example, the temperature distribution by exposure luminous energy absorption of each lens at the time of exposure and a form status change form are calculated beforehand, and curvature-of-field fluctuation of the projection lens PL, scale-factor fluctuation, and distortion fluctuation are especially asked for the large lens of contribution.

[0019] In this example, the lens is set to 10 and 13 for convenience. Therefore, lens space into which a gas is made to flow in this example is made into lens space 35, 36, 38, and 39. And a heating means to warm a lens periphery is formed in the lens frames 4 and 7. 18 is a gas supply means, and it is adjusted so that the gas (air, N₂, and CO₂) may be made to flow into lens space 35, 36, 38, and 39 and the gas of constant flow may flow into each lens space per unit time amount beforehand at this time. 19 is a heat exchange means and is adjusting the gas sent from the gas supply means 18 to predetermined temperature. 20 is a HEPA filter (High Efficiency Particulate Air filter), and has removed the gaseous dust sent from the heat exchange means 19.

[0020] 17 is a thermometer and is measuring the temperature of the gas which has passed HEPA filter

20. 21 is a gas temperature control means (temperature control means A), and it is controlling the heat exchange means 19 so that a gas becomes predetermined temperature based on a measurement result with a thermometer 17. The precision of gaseous temperature control is $\pm 3/100$ degree C. 15 is a charging line and is sending into lens space the gas by which temperature control was carried out. 16 is an exhaust pipe arrangement, passes lens space 35, 36, 38, and 39, and is collecting the gases which have cooled lenses 10 and 13. 22 is a gas exhaust air means, the exhaust pipe arrangement 16 is recovering the gas, and the gas of a constant rate is exhausted per unit time amount. The gas supply means 18 and the gas exhaust air means 22 constitute an element of a gas supply exhaust air means. 1 is circulation piping (duct) and has sent again to the gas supply means 18 the gas collected by the gas exhaust air means 22.

[0021] He is trying for the matter which he is trying for a gas to always circulate through the inside of a closed system through lens space 35, 36, 38, and 39 by the circulation piping 1, and causes a permeability fall on the lens front face of projection optics PL by this not to adhere in this example. 23 is a current supply source means as an element of a heating means, and in order to make the temperature distribution of a lens 10 and the 13 interior into a flat, it supplies the current to the heater of the lens frames 4 and 7.

[0022] 24 is controlling the current supply source means 23 to become predetermined temperature based on the measurement result of the thermometer (un-illustrating) which is a lens temperature control means (temperature control means B), and was embedded in the lens frames 4 and 7. In addition, the lens frames 4 and 7 show the detail in drawing mentioned later. 31 is a stage driving means and is a control means for positioning a wafer 27 to a position. 25, 26, and 30 are the well-known focal location detection systems for measuring the height of a wafer 27 under the projection lens PL, among these 26 is floodlighting optical system and 25 is light-receiving optical system. The light emitted from the floodlighting optical system 26 carries out incidence of the 27th page of the wafer by the low incident angle, and it reflects on the 27th page of a wafer, and it carries out incidence to the light-receiving optical system 25. The command is taken out to the stage driving means 31 so that it may become a position about the height of the field of a wafer 27 with the focal position control means 30 in the incidence location.

[0023] 33 is an operation means, calculates the desired value of the temperature control of gas temperature and lens ambient temperature for every exposure process based on the value which was interlocked with the timer 32 and memorized by memory 34, and has sent them to the temperature control means A21 and the temperature control means B24. The operation means 33 is taking out desired value to the focal position control means 30 similarly based on the value which was interlocked with the timer 32 and memorized by memory 34.

[0024] Drawing 2 is an about ten lens [of drawing 1] schematic diagram. In order to suppress the thermal expansion by heating of a lens periphery in this drawing by the main members which 45 is a lens frame ring and constitute the lens frame 4, the low-thermal expansive additive is used. 43 is a ring-like heater and is warming the lens periphery.

[0025] 42 is a ring member, in order to tell the heat from a heater 43 to a lens, it consisted of the member with sufficient thermal conductivity, and it is stuck to the heater 43. 44 is a thermometer, and in order to measure the ambient temperature of a lens, it touches the lens. 41 is a presser-foot ring, is fixing the heater 43 and the ring member 42 to the lens frame ring 45, and constitutes them from a low-thermal expansive additive. The lens 10 is heating the lens circumference with the heater 43, a front face being cooled by the inflow gas as shown in drawing, and, thereby, the temperature distribution are a flat like the profile 81 of drawing 8.

[0026] Drawing 3 shows the about ten lens [of drawing 1] top view, and shows near the lens space inflow of a charging line 15 and an exhaust pipe arrangement 16 especially.

[0027] As shown in this drawing, the charging line 15 and the exhaust pipe arrangement 16 are divided into two forks near lens space. 52 is a lens-barrel and has made the hole for piping of a charging line 15 and an exhaust pipe arrangement 16. Furthermore, in gas input (gas feed hopper) and a gas exhaust port, controlled the flow of the gas in lens space to the laminar flow, and the cooling gas was made to flow

uniformly, and in order to collect, the punching plates (laminar-flow means) 60-63 of about 30 - 40% of numerical apertures are formed.

[0028] If it is the structure where a lens-barrel 52 can make a to some extent big hole in a side face in this example, a configuration like drawing 9 is also possible.

[0029] In drawing 9, 64 is a lens-barrel in this case, 65 is a charging line in this case, and 66 is an exhaust pipe arrangement in this case. And the punching plates 67 and 68 are attached in gas input and a gas exhaust port like drawing 3. Thus, since gaseous flow is a laminar flow whether particle flows in lens space by forming the laminar-flow means which makes flow of a punching plate etc. a laminar flow in input and an exhaust port or particle occurs within lens space or, he is trying to be promptly discharged besides lens space.

[0030] In addition, although the lens which makes the temperature distribution inside a lens a flat was used as two lenses, 10 and 13, in this example, it is not what the number of sheets of the target lens fixed according to the class of projection lens PL.

[0031] Next, before explaining actuation of this example using the flow chart of drawing 4, the description of the fundamental requirements for a configuration of this invention is explained.

[0032] In the projection aligner of this invention, at the time of exposure, when each lens absorbs a part of exposure light, in a lens, near a lens core is high and the temperature distribution that a lens periphery is low produce it. In our simulation, if it think with the view of change of optical character ability, the direction which made the inclination of the distribution the flat if possible rather than lower the absolute value of the temperature in a lens, i.e., the conclusion [it be / aberration change of a projection lens / more moderate to lower the temperature based on lenses and to raise the temperature of the lens circumference, and] that there be also few the extent, be obtain.

[0033] Drawing 8 is the explanatory view of temperature distribution radial [in a lens]. If it will be in equilibrium thermally after equipment will start exposure, if drawing 8 is explained, the temperature distribution in a lens will become like a curve 80. If the air for air cooling (air) is passed to lens space in this condition, it will become like the temperature distribution of a curve 82. Furthermore, the profile of the temperature distribution at the time of applying heat to it and coincidence a little around a lens becomes like a curve 81, passing air on a lens, in order to make the inclination of the temperature distribution of a lens into a flat. Although the absolute value of the temperature of a curve 81 is higher than the temperature of a curve 82 at this time, change of the optical-character ability of a projection lens has less direction in the case of a curve 81 than the case of a curve 82, and the fact that that aberration is a good nature is acquired by simulation.

[0034] In order to carry out temperature control of the temperature distribution inside the lens produced by the exposure absorption of light based on such a basis so that an inclination may decrease if possible, heat is applied so that the periphery of the lens may become predetermined temperature about the gas controlled by predetermined temperature in the space of the lens spacing to a certain specific lens at a sink, and it and coincidence, and each temperature is independently controlled by this invention.

[0035] The following means are taken in fact. The temperature distribution by the energy-absorbing of each lens at the time of exposure and a form status change form are beforehand searched for by an experiment and simulation, and the amount contributed of each lens of aberration, such as curvature-of-field fluctuation of a projection lens and scale-factor fluctuation, is calculated. The lens greatly contributed to aberration fluctuation based on the result is specified. The lens may be plurality, if there is also a case of one sheet by the class of projection lens, lighting, etc. A heating means to heat the periphery of a lens in the shape of a ring in the lens, a measurement means to measure the temperature of the periphery of a lens, and a lens temperature control means to control a lens periphery to predetermined temperature based on a measurement value are established.

[0036] Furthermore, a base supply exhaust air means to make a gas flow into the space of lens spacing of the target lens, and to exhaust, and a measurement means to measure the temperature of the gas made to flow and a gas temperature control means to control a gas to predetermined temperature based on a measurement value are established. In order to, make the temperature distribution inside a lens into a flat if possible, in the case of actual exposure, the above-mentioned temperature of the lens circumference

and the temperature of the gas made to flow in lens space are interlocked, and it is controlled by exposure process parameters, such as reticle permeability, exposure energy, and the exposure time per shot, and the control value beforehand calculated by count and experiment to coincidence. Moreover, he is trying for the gas flowed and exhausted to always circulate through the inside of a closed system through lens space by connecting a gas supply means and a gas exhaust air means by the duct. Furthermore, the gas made to flow in lens space is N₂ and CO₂ besides air. It is also possible to use an inactive gas [like].

[0037] Without making the matter which causes a permeability fall on the lens front face of projection optics by taking such means adhere, scale-factor fluctuation of the projection lens by exposure luminous energy absorption of the lens at the time of the exposure which is one factor which affects the superposition precision of equipment, and distortion fluctuation are controlled effectively, and the projection aligner which can aim at improvement in superposition precision is offered. Moreover, since curvature-of-field fluctuation of a projection lens can also be effectively suppressed to coincidence, also in a process with many level differences, the depth of focus has been secured sufficiently long within a lens field angle. Next, actuation of this invention is explained using the flow chart of drawing 4 .

[0038] The extra-high pressure mercury lamp within an illumination system lights up first (100). Next, the gas supply means 18 and the gas exhaust air means 22 start actuation, and a predetermined gas is sent into lens space 35, 36, 38, and 39 (101). The sent-in gas was recovered by the gas exhaust air means 22, circulated through the inside of a closed system after that, maintained the always pure condition, and has controlled the temperature of lenses 10 and 13. Since exposure is not started yet, the temperature T_{Ogas} of the inflow gas at this time (initial temperature) and the lens periphery temperature T_{Olens} are controlled by the standard temperature which is whenever [chamber internal temperature / of equipment] (102). Next, a wafer 27 is set to initial focal location Z_{0stg} beforehand memorized by memory 34 by the focal position control means 30 and the stage driving means 31 (104). Count counter of exposure deltaN is set to 0 (105).

[0039] Next, global alignment of the wafer is carried out and alignment of the wafer is carried out to the 1st shot coordinate (106,107). In advance of exposure, diagnosis whether to be larger than constant value with the product of the exposure energy E_{expo} in a current exposure process, the reticle permeability R_{rtcl}, and count counter of exposure deltaN (this time 0) to the exposure time T_{expo} and current or small is carried out here (108). This is for making a judgment whether the exposure energy accumulated in the projection lens needs to affect the optical property of a projection lens, and needs to control the inflow gas temperature T_{gas} and the lens ambient temperature T_{lens} (with [though natural] no need for control at this time). This diagnostic step 108 is completed, 1 is added to count counter of exposure deltaN (112), the shutter in an illumination system opens (113), and when a shutter closes, the 1st (114)-shot exposure is completed.

[0040] Next, a stage 29 moves to a predetermined coordinate according to the measurement value of global alignment for the 2nd shot (107). The value of count counter of exposure deltaN is set to 2 through the diagnostic step 108 (112), and the 2nd-shot exposure is completed by actuation (113,114) of shutter closing motion. If actuation of these single strings is repeated several times, a part of exposure luminous energy will be gradually accumulated in a projection lens, and an optical property will change. When it becomes more than the constant value which has the value of E-R-T-delta N according to the diagnostic step 108, optical-character ability amendment actuation is started in advance of exposure. That is, it is the gas temperature T_{gas} so that the temperature distribution of a lens 10 and the 13 interior may become a flat with a temperature control means A21 to control gaseous temperature, and a temperature control means B24 to control the temperature of the lens circumference. The lens ambient temperature T_{lens} is controlled by the predetermined value (109).

[0041] However, although it is effective in suppressing fluctuation of the scale factor of a projection lens, distortion, and a curvature of field, since focal location fluctuation cannot be followed, this control is predetermined height Z_{stg} by the focal position control means 30. A wafer 27 is controlled (110). These three control-command values T_{gas}, T_{lens}, and Z_{stg} Beforehand, although it differs in each exposure process, since simulation and an experiment memorize by memory 34 as a multiplier to optical

property change, it is calculated by them for every exposure process of the with the operation means 33, and is sent to these control means 21, 24, and 30 by them. After these three control is completed, the count counter of exposure is reset by 0 (111), and the usual exposure actuation is started again (112,113,114).

[0042] Exposure actuation progresses a projection lens maintaining an always good optical property repeating actuation of these single strings. exposure of all shots -- ending (115) -- it is exchanged in a wafer (116), return and exposure actuation of the 2nd sheet of a wafer are again started by the step of the wafer alignment 106, and the same actuation as henceforth is repeated.

[0043] Without making the matter which causes a permeability fall on the lens front face of projection optics by taking such a comparatively simple configuration in this example adhere, scale-factor fluctuation of the projection lens by exposure luminous energy absorption of the lens at the time of the exposure which is one factor which affects the superposition precision of equipment, and distortion fluctuation are control effectively, and the projection aligner which can aim at improvement in superposition precision is provide. Moreover, since curvature-of-field fluctuation of a projection lens can also be effectively suppressed to coincidence, the effectiveness that the required depth of focus is securable within a lens field angle also in a process with many level differences has been acquired.

[0044] The important section schematic diagram of the example 2 of the projection aligner of this invention, drawing 6 , and drawing 7 of drawing 5 are some explanatory views of drawing 5 . As a result of calculating the temperature distribution by exposure luminous energy absorption of each lens at the time of exposure, and a form status change form beforehand, this example is suitable when optical property change of curvature-of-field fluctuation of a projection lens, scale-factor fluctuation, etc. is almost equivalent with each lens.

[0045] The part from which this example differs greatly compared with the example 1 of drawing 1 is having used light for the heating means of the lens circumference. In addition, in drawing 5 , the same number is attached about the same member as the example 1 of drawing 1 .

[0046] In drawing 5 , 92 and 93 are 45-degree mirrors respectively leaned to 45 degrees. 90 and 91 are the ring lighting sections and are illuminating the periphery of each lens of the projection lens PL in the shape of a ring through the 45-degree mirrors 92 and 93. Therefore, 90 degrees of directions are changed by the 45-degree mirrors 92 and 93, and the illumination light emitted from the ring lighting sections 90 and 91 reaches a wafer 27, penetrating only the periphery of the projection lens PL. Moreover, these ring lighting sections 90 and 91 consist of optical system for a halogen lamp and lighting, and the filter has removed the light of the wavelength near exposure light, and he is trying not to expose it to the resist applied to the wafer 27 by this beforehand.

[0047] Moreover, in drawing 5 , although only 2 sets is illustrating these ring lighting sections 90 and 91 and the 45-degree mirrors 92 and 93, the four ring lighting sections and 45-degree mirrors are arranged so that the periphery of the projection lens PL can be illuminated in practice. Moreover, it needed to flow the cooling gas into all the lens space 35-40, and in order for the heating means of this lens circumference to be effective against all the lenses of the projection lens PL, as shown in drawing, it has prepared charging line 15a and exhaust-pipe-arrangement 16a. The temperature control means B24 is acting as the monitor of the temperature about each lenses of all of PL of a projection lens, and he adjusts the reinforcement of the optimal halogen lamp and is trying for the temperature distribution inside each lens to become a flat by controlling current supply source means 23a of the ring lighting sections 90 and 91 based on the control value beforehand calculated by count and experiment.

[0048] Drawing 6 is the top view which looked at arrangement of the ring lighting section of drawing 5 , and 45-degree mirror from the upper part of the projection lens PL. In this drawing, 90, 92, 93, 91 and 94, and 4 sets of 96, 95 and 97 are arranged, and the ring lighting section and 45-degree mirror are illuminating the projection lens PL. Of course, this number of combination does not remain in 4 sets, but 6 sets or 8 sets are sufficient, and more ones can illuminate a lens in the shape of a ring more equally.

[0049] Drawing 7 is drawing corresponding to drawing 2 of an example 1, and expresses the lens frame 4. 45in drawing a is a lens frame ring, and touches the thermometer for measuring the ambient temperature of a lens by the main members which constitute a lens frame.

[0050] In this example, in order to use the ring lighting which used light for the heating means of the lens circumference, a lens frame does not need to take a complicated configuration like an example 1, and has the features of ending with an easy configuration. Since a lens 10 is warmed [and] by non-exposing light in the circumference, a front face being cooled by the inflow gas as shown in drawing, the temperature distribution will become a flat like the profile 81 of drawing 8 . Moreover, it is only a control-command value to the ring lighting section that the actuation of equipment based on this example is mostly proportionate to actuation of an example 1, and there is modification.

[0051] Since the internal temperature distribution of all lenses can be collectively controlled when the rate of effectiveness of each lens to optical property change of the projection lens by the exposure absorption of light is same extent by taking a configuration like this example, optical property fluctuation of a projection lens can be suppressed easily. Moreover, it is not necessary to take the thermal expansion of a lens-barrel into consideration and, and since it is not necessary to embed a heater to the interior of a lens frame, and the configuration of a lens frame is easy, there is an advantage of assembly, being able to adjust about a projection lens by the same approach as the former.

[0052] When it differs the whole projection lens as an approach to use two examples properly in the examples 1 and 2 of the projection aligner of this invention explained above, and the amount contributed of each lens to optical property change of a projection lens is beforehand calculated by count, consequently being inclined toward the specific lens, it is good to use an example 2 using an example 1, when the amount contributed is same extent with each lens comparatively.

[0053] Next, the example of the manufacture approach of a semiconductor device (semiconductor device) of having used the aligner which gave [above-mentioned] explanation is explained.

[0054] Drawing 10 shows the flow of manufacture of semiconductor devices (semiconductor chips, such as IC and LSI, or a liquid crystal panel, CCD, etc.). The circuit design of a semiconductor device is performed at step 1 (circuit design). The mask in which the designed circuit pattern was formed is manufactured at step 2 (mask manufacture).

[0055] On the other hand, at step 3 (wafer manufacture), a wafer is manufactured using ingredients, such as silicon. Step 4 (wafer process) is called a last process, and forms an actual circuit on a wafer with a lithography technique using the mask and wafer which carried out [above-mentioned] preparation.

[0056] The following step 5 (assembly) is called a back process, is a process semiconductor-chip-ized using the wafer produced by step 4, and includes processes, such as an assembly process (dicing, bonding) and a packaging process (chip enclosure). At step 6 (inspection), the check test of the semiconductor device produced at step 5 of operation, an endurance test, etc. are inspected. A semiconductor device is completed through such a process and this is shipped (step 7).

[0057] Drawing 11 shows the detailed flow of the above-mentioned wafer process. The front face of a wafer is oxidized at step 11 (oxidation). An insulator layer is formed in a wafer front face at step 12 (CVD). At step 13 (electrode formation), an electrode is formed by vacuum evaporation on a wafer. Ion is driven into a wafer at step 14 (ion implantation). A sensitization agent is applied to a wafer at step 15 (resist processing). At step 16 (exposure), printing exposure of the circuit pattern of a mask is carried out at a wafer with the aligner which gave [above-mentioned] explanation.

[0058] The exposed wafer is developed at step 17 (development). At step 18 (etching), parts other than the developed resist image are shaved off. The resist which etching ended and became unnecessary is removed at step 19 (resist exfoliation). A circuit pattern is formed on a wafer by carrying out by repeating these steps multiplex.

[0059] If the manufacture approach of this example is used, the semiconductor device of a high degree of integration for which manufacture was difficult can be manufactured conventionally.

[0060]

[Effect of the Invention] Even when the lens which constitutes projection optics by taking the above configurations absorbs exposure light according to this invention, the aberration change was amended effectively, the optical property was maintained good, and the manufacture approach of the semiconductor device using the projection aligner and it from which the projection pattern image of high resolution is obtained is attained.

[0061] Temperature distribution [especially according to this invention] according beforehand to exposure light energy absorption of each lens at the time of exposure, Calculate the form status change form, calculate the amount contributed of each lens to fluctuation of the optical property of a projection lens, and a lens periphery is heated in the shape of a ring to predetermined temperature in or more one lens based on the result. By flowing, exhausting the gas of predetermined temperature to the lens space of these lenses, interlocking these two temperature, and controlling It is one factor which becomes possible [always maintaining the temperature distribution inside a lens at a flat], and affects the superposition precision of equipment. Scale-factor fluctuation of the projection lens by exposure luminous energy absorption of the lens at the time of exposure and distortion fluctuation can be controlled, and the projection aligner which can aim at improvement in superposition precision can be offered.

[0062] Moreover, since curvature-of-field fluctuation of a projection lens can also be effectively suppressed to coincidence, also in a process with many level differences, the required depth of focus is securable within a lens field angle. Moreover, since the gas to cool circulates through the inside of a closed system and it can suppress the reacting matter generation by the photochemical reaction of a certain molecule in exposure light and an ambient atmosphere, it has attained the projection aligner with the effectiveness of being able to prevent adhesion of the matter leading to a permeability phenomenon on the lens front face of projection optics.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] The important section schematic diagram of the example 1 of the projection aligner of this invention

[Drawing 2] Some explanatory views of drawing 1

[Drawing 3] Some explanatory views of drawing 1

[Drawing 4] The flow chart of the example 1 of the projection aligner of this invention

[Drawing 5] The important section schematic diagram of the example 2 of the projection aligner of this invention

[Drawing 6] Some explanatory views of drawing 5

[Drawing 7] Some explanatory views of drawing 5

[Drawing 8] The explanatory view for explaining the temperature distribution inside a lens

[Drawing 9] The explanatory view which transformed a part of drawing 3

[Drawing 10] The important section block diagram of the manufacture approach of the semiconductor device of this invention

[Drawing 11] The flow chart of the manufacture approach of the semiconductor device of this invention

[Description of Notations]

PL Projection lens

9-14 Lens

35-40 Lens space

3-8 Lens frame

50 Illumination System

1 Circulation Piping

2 Lens Barrel

51 Reticle

18 Gas Supply Means

19 Heat Exchange Means

21 Temperature Control Means A

20 HEPA Filter

22 Gas Exhaust Air Means

23 23a Current supply source means

24 Temperature Control Means B

27 Wafer

26 Floodlighting Optical System

25 Light-receiving Optical System

30 Focal Position Control Means

31 Stage Driving Means

33 Operation Means

43 Heater

52 64 Mirror which input and an exhaust port attached
44 44a Lens thermometer
45 45a Lens frame ring
67 60-63, 68 Punching plate
90, 91, 96, 97 Ring lighting section
92-95 45-degree mirror

[Translation done.]

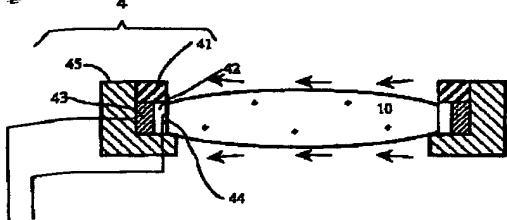
* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

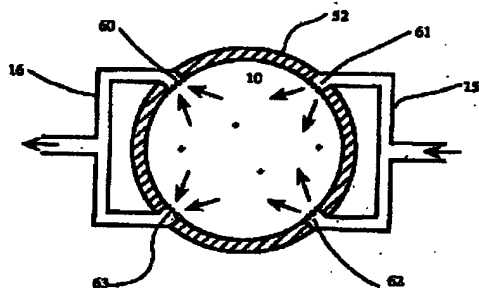
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

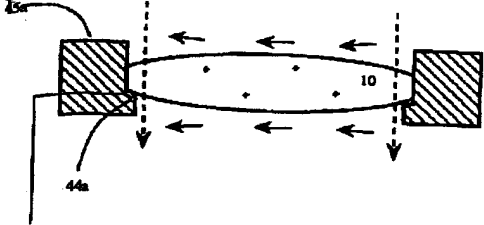
[Drawing 2]



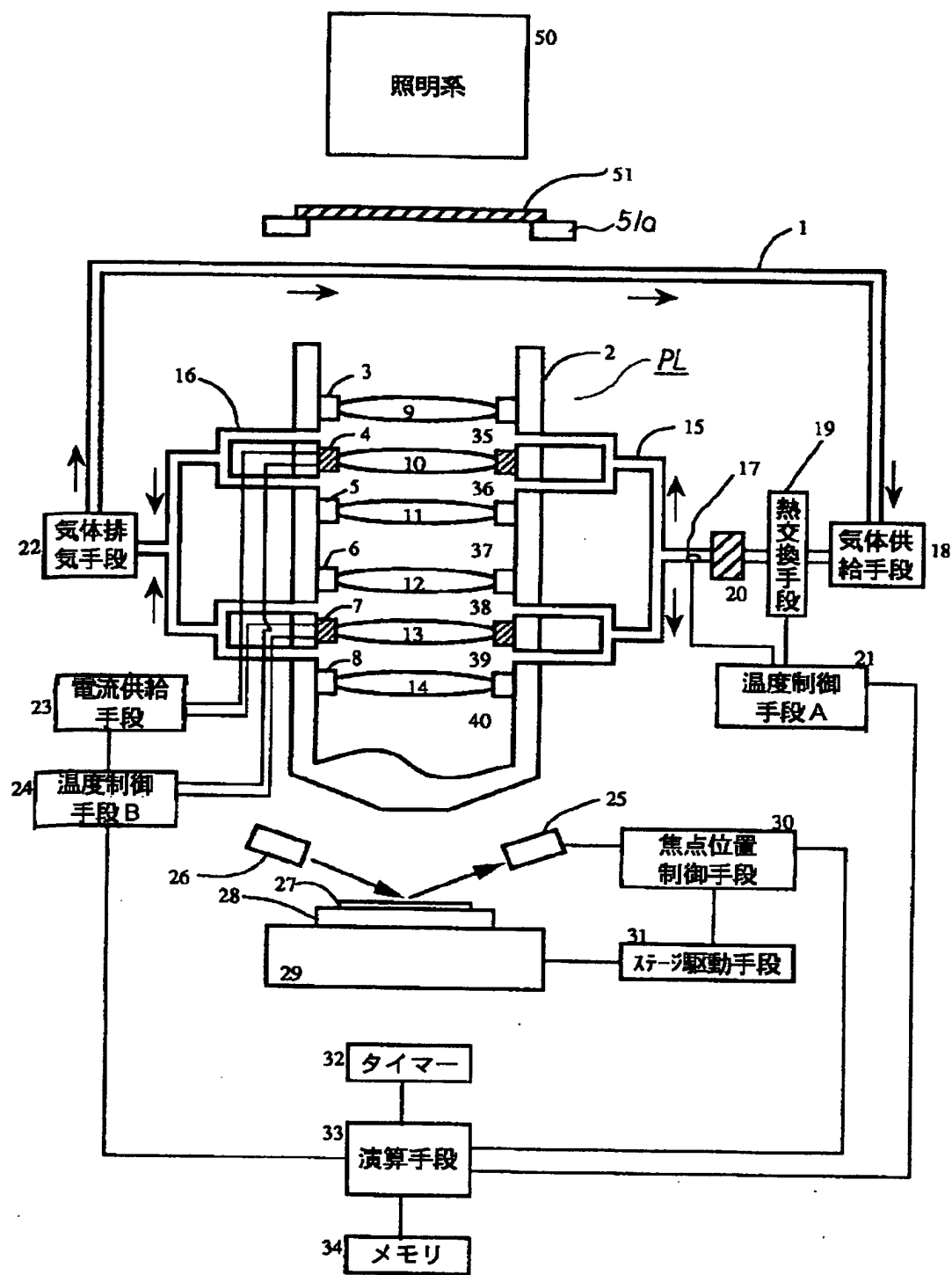
[Drawing 3]



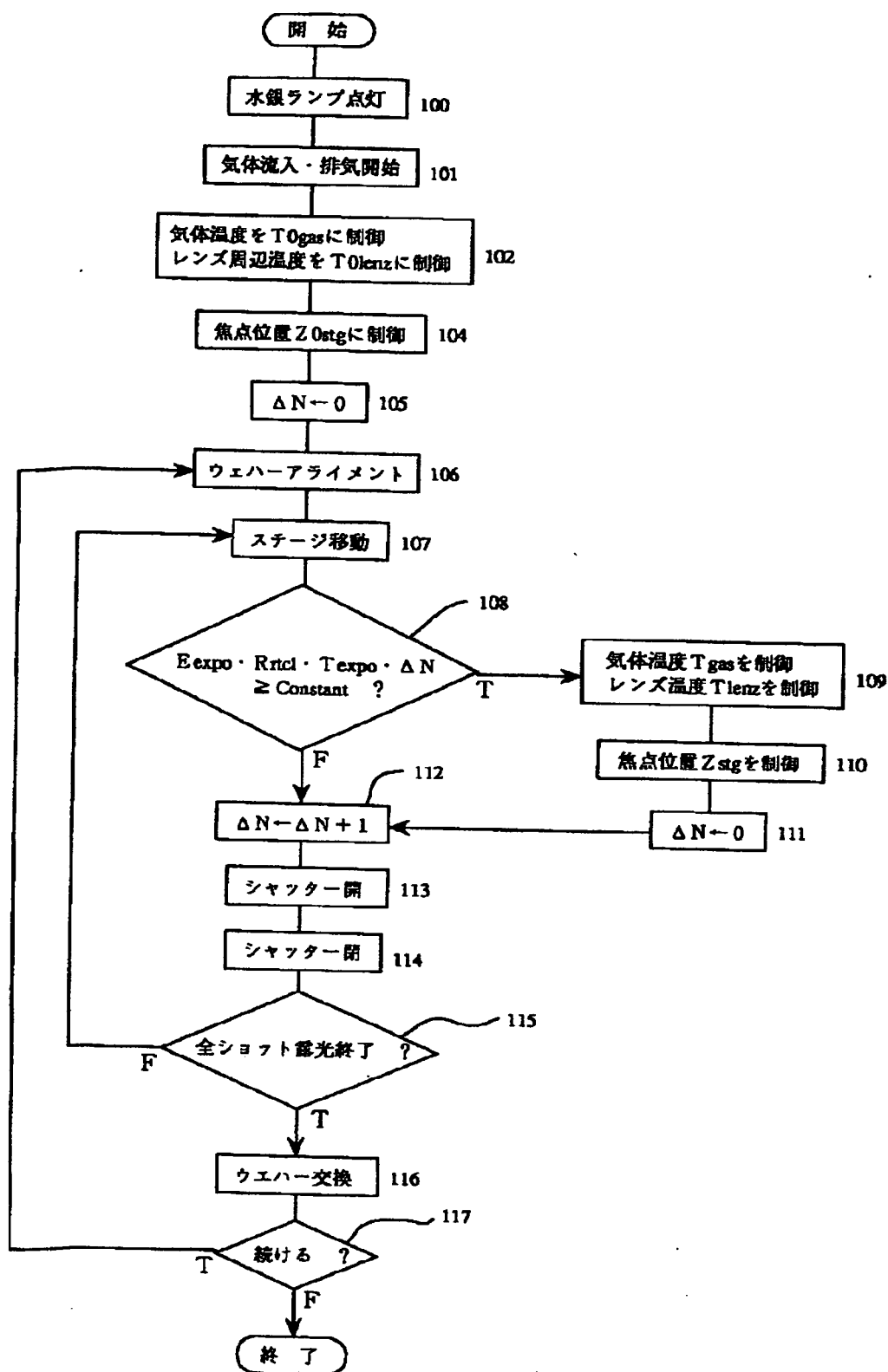
[Drawing 7]



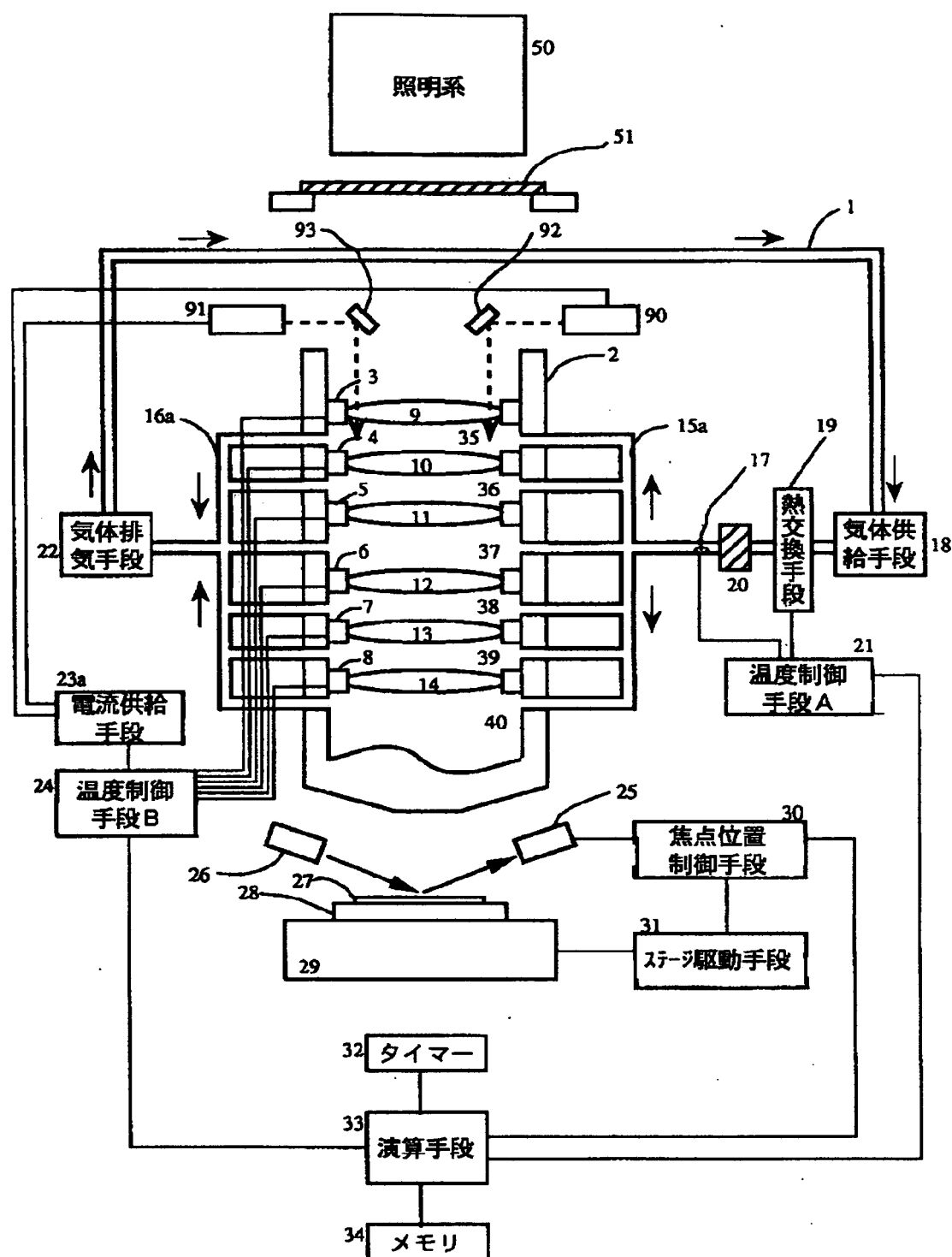
[Drawing 1]



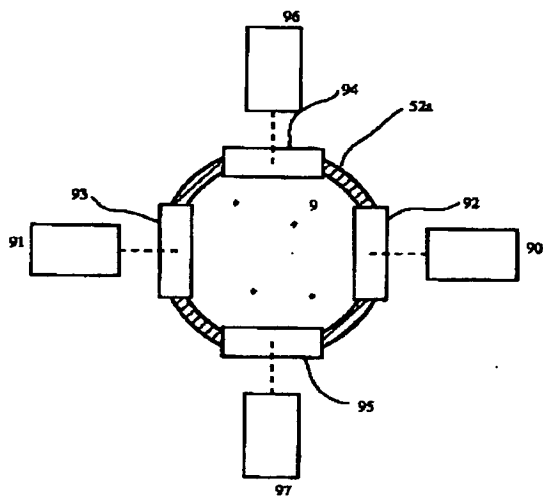
[Drawing 4]



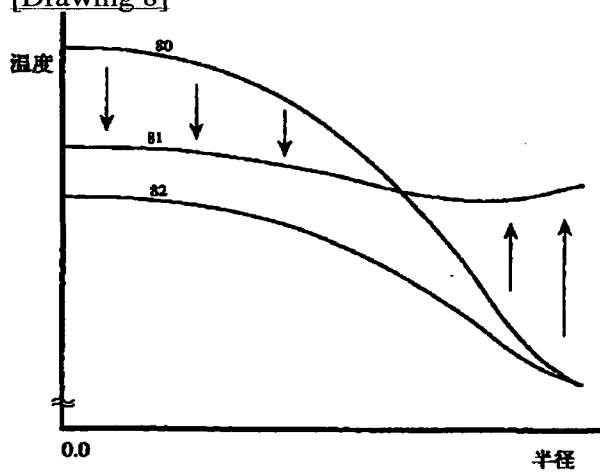
[Drawing 5]



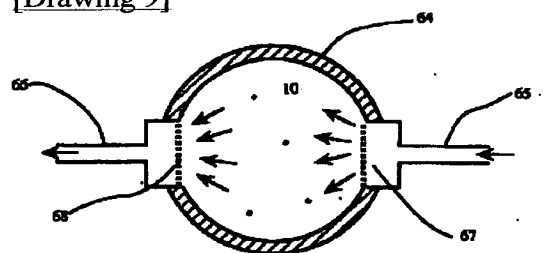
[Drawing 6]



[Drawing 8]

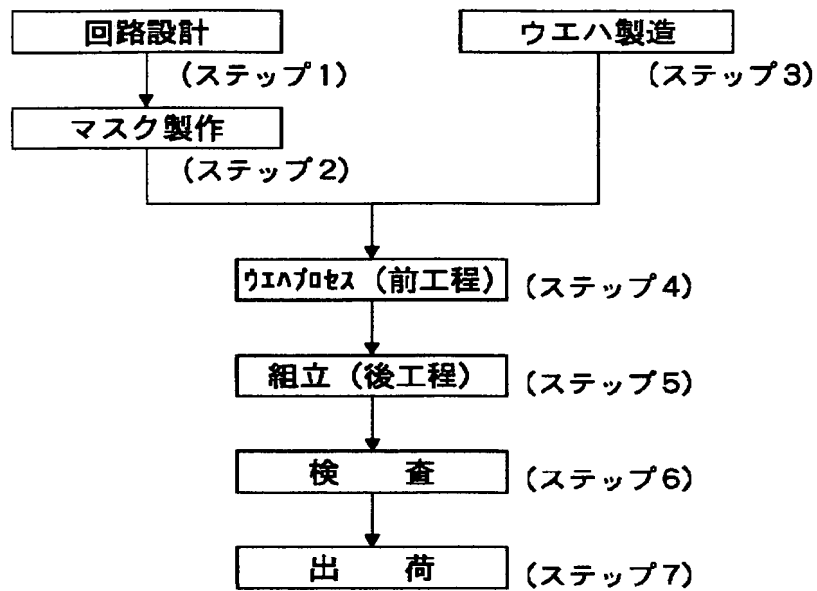


[Drawing 9]

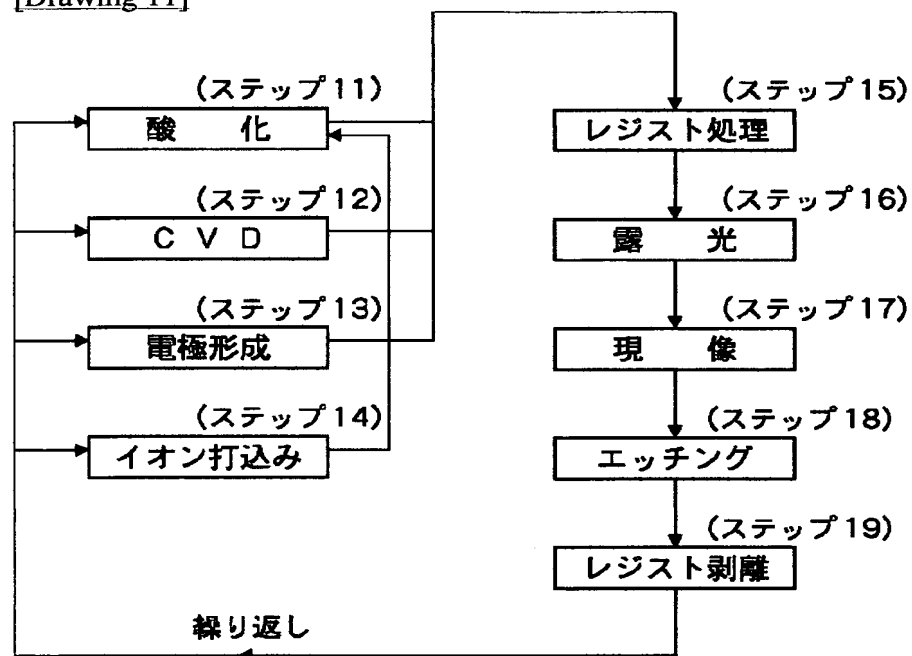


18/

[Drawing 10]



[Drawing 11]



[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-45827

(43) 公開日 平成8年(1996)2月16日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	片内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/027				
G 0 3 F 7/20	5 2 1		H 0 1 L 21/ 30	5 1 6 A 5 1 6 E

審査請求 未請求 請求項の数 8 F D (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願平6-195928

(22) 出願日 平成6年(1994)7月28日

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72) 発明者 米川 雅見

神奈川県川崎市中原区今井上町53番地 キ

ヤノン株式会社小杉事業所内

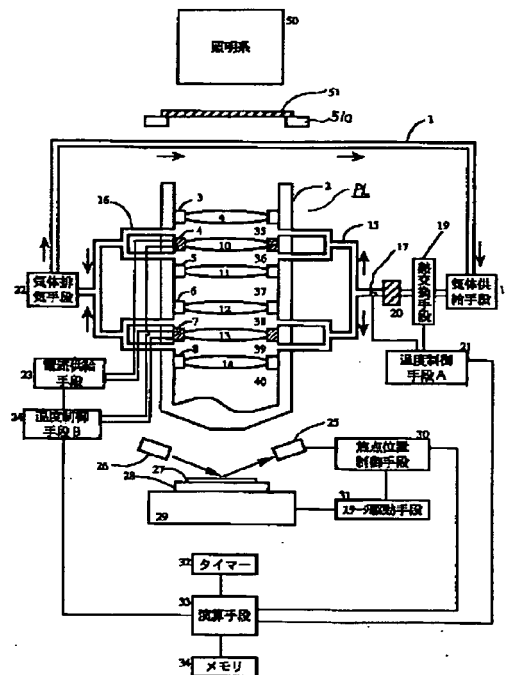
(74) 代理人 弁理士 高梨 幸雄

(54) 【発明の名称】 投影露光装置及びそれを用いた半導体デバイスの製造方法

(57) 【要約】

【目的】 露光光の吸収によるレンズの熱的変化を補正し、高解像度のパターンが得られる投影露光装置及びそれを用いた半導体デバイスの製造方法を得ること。

【構成】 第1 物体面上のパターンを投影光学系により第2 物体面上に投影露光する投影露光装置において該投影光学系を構成する少なくとも1つのレンズ周辺部をリング状に加熱する加熱手段、該レンズ周辺部が所定温度となるように制御するレンズ温度制御手段、該投影光学系を構成するレンズに挟まれている複数のレンズ空間に気体を供給及び排気させる気体供給排気手段、そして該気体が所定温度となるように制御する気体温度制御手段とを設け、該レンズ温度制御手段と該気体温度制御手段による温度制御を予め設定した所定温度となるように連動して作動させたこと。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 第1 物体面上のパターンを投影光学系により第2 物体面上に投影露光する投影露光装置において該投影光学系を構成する少なくとも1 つのレンズ周辺部をリング状に加熱する加熱手段、該レンズ周辺部が所定温度となるように制御するレンズ温度制御手段、該投影光学系を構成するレンズに挟まれている複数のレンズ空間に気体を供給及び排気させる気体供給排気手段、そして該気体が所定温度となるように制御する気体温度制御手段とを設け、該レンズ温度制御手段と該気体温度制御手段による温度制御を予め設定した所定温度となるように連動して作動させたことを特徴とする投影露光装置。

【請求項2】 前記気体供給排気手段はレンズ空間内に気体を供給させる気体供給手段と気体を排気させる気体排気手段とをダクトで連結させ、該レンズ空間を介して密閉系内で該気体を循環させていることを特徴とする請求項1 の投影露光装置。

【請求項3】 前記気体供給排気手段はレンズ空間内に気体を供給する供給口と気体を排気させる排気口に各々気体の流れを層流にする層流手段を有していることを特徴とする請求項2 の投影露光装置。

【請求項4】 前記気体は空気、 N_2 、 CO_2 であることを特徴とする請求項1、2 又は3 の投影露光装置。

【請求項5】 レチクル面上のパターンを投影光学系によりウエハ面上に投影露光した後、該ウエハを現像処理工程を介して半導体素子を製造する際、該投影光学系を構成する少なくとも1 つのレンズ周辺部を加熱手段によりリング状に加熱し、このとき該レンズ周辺部が所定温度となるようにレンズ温度制御手段により制御し、該投影光学系を構成するレンズに挟まれている複数のレンズ空間に気体供給排気手段により気体を供給及び排気させ、このとき該気体が所定温度となるように気体温度制御手段により制御する際、該レンズ温度制御手段と該気体温度制御手段による温度制御を予め設定した所定温度となるように連動して作動する工程を利用していることを特徴とする半導体デバイスの製造方法。

【請求項6】 前記気体供給排気手段はレンズ空間内に気体を供給させる気体供給手段と気体を排気させる気体排気手段とをダクトで連結させ、該レンズ空間を介して密閉系内で該気体を循環させていることを特徴とする請求項5 の半導体デバイスの製造方法。

【請求項7】 前記気体供給排気手段はレンズ空間内に気体を供給する供給口と気体を排気させる排気口に各々気体の流れを層流にする層流手段を有していることを特徴とする請求項6 の半導体デバイスの製造方法。

【請求項8】 前記気体は空気、 N_2 、 CO_2 であることを特徴とする請求項5、6 又は7 の半導体デバイスの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は投影露光装置及びそれを用いた半導体デバイスの製造方法に関し、特にIC、LSI等の半導体素子を製造する際にレチクル面上の電子回路パターンを投影光学系(投影レンズ)によりウエハ面上に投影するとき、該投影光学系を構成するレンズが露光光(露光光エネルギー)を吸収し、該レンズの温度分布が不均一となり光学特性が変化することをレンズ内部の温度分布を制御することにより効果的に防止し、高精度な投影パターン像が得られるようにしたものである。

【0002】

【従来の技術】従来よりIC、LSI等の半導体素子の電子回路パターンの形成には投影光学系を用いたステップ&リピート方式の縮小型投影露光装置(ステッパ)が多く用いられている。

【0003】近年、半導体集積回路の集積度の向上にともない、解像度、重ね合わせ精度、スループットの更なる向上が求められている。この中のうち解像度に影響を与える一要因として投影レンズの像面湾曲がある。又重ね合わせ精度に影響を及ぼす一要因に投影レンズの結像倍率、歪曲がある。通常投影レンズは組立時に高い精度で調整しながら組み立てられるため、それら光学収差は一応設計値程度の値になっている。しかしながら実際の装置稼働時では、投影光学系を構成する各レンズが露光光(g線、i線、KrFエキシマレーザー等)のエネルギーの一部を吸収し、これによりレンズ内部に温度分布が生じてくる。

【0004】そのことによりレンズ内部に屈折率の分布が生じ、更にレンズの面形状が変化してくる。従来よりその両方の原因により投影レンズの光学特性(像面湾曲、結像倍率、歪曲)が変化するという現象がかねてから指摘されていた。各露光光に対して透過率の高い硝材が開発されているとはいえ、最近では投影レンズのレンズ枚数が増えたり、投影レンズのNAが大きくなることによりレンズの口径が拡大する傾向がある。このため、この現象は更に懸念されている。又最近のLSIは構造が複雑になっており、段差の大きいプロセスも多用される傾向にあり、投影レンズの画角内での所定の深さの焦点深度の確保が重要になっている。

【0005】更に各LSIの量産ラインではスループットを向上させる為にクリティカル層には高解像度のステッパを用い、非クリティカル層には解像度は低い画角の広い高スループットのステッパを用いる傾向が強くなってきている。一般に異なる機種でのMix & Match方式のプロセスに対応する為には投影レンズの倍率、歪曲等の変動は極力抑える必要がある。このように光学性能はステッパの装置性能の根幹をなすものの一つであり、極力それら性能変化を抑えるか、仮に変化が生じても何らかの補正手段を設けることが重要となっている。

【0006】従来よりこの光学特性の変化を補正する手段として特開昭60-79357号公報、特開昭60-

79358号公報では投影レンズの室内に温度と圧力が所定の値に制御された気体を流す方法等を提案している。又特開平5-347239号公報では投影レンズの一つ以上のレンズの周辺部を加熱することによりレンズ内部の温度分布をなるべく均一のものにしようとする方法を提案している。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】先の特開昭60-79357号公報や特開昭60-79358号公報では投影レンズの一つ以上のレンズ空間に空気を所定の温度で流している。しかしながら我々のシミュレーションでは一番温度の高いレンズ中心部の温度を2〜3割下げても収差変化を所定の値まで抑えることが困難であった。レンズ内部の温度を空気の温度まで一律に下げることにより投影レンズの光学性能を所定の値に維持することはできるが、その実施はかなり難しい。仮にレンズ内部の温度を空気の温度まで一律に下げることができるとしても、例えば冷媒に液体を用いる等、装置の大きかりになる為、実施が大変困難である。

【0008】また、近年、クリーンルームの雰囲気中のある気体分子が露光光と光化学反応を起こし、その結果硫酸アンモニウム等の物質が生成され、照明光学系のレンズ表面に付着し、像面照度が低下するという問題が指摘されている。上記従来例ではHEPAフィルターを介しているとはいえ、空冷の対象が投影レンズであるため、レンズ空間に常時、空気供給源から空気の供給を受け、レンズが空気にさらされることになる。その結果、投影レンズのレンズ表面に上記物質が付着し、レンズの光学特性が変化してくる場合がある。その場合レンズクリーニングを行えば良いが、一般には容易でなく非常に大規模な分解、組み立て、再調整、等が必要になるという問題点が生じてくる。

【0009】特開平5-347239号公報では露光が行われると投影レンズの各レンズの温度分布は光軸近傍が高く、周辺部では低くなるという現象に注目してレンズ周辺部を強制的に加熱して温度分布を均一にしている。

【0010】しかし、この投影露光装置では投影レンズ内に熱がこもってしまうという現象が考えられる。従って、この熱を何らかの手段により散逸させなければならないが、上記従来例はそのことについて十分開示していない。

【0011】本発明は、投影光学系を構成するレンズが露光光を吸収し、該レンズの温度分布が不均一となり、レンズ形状が変化し、又内部の屈折率分布が不均一となるのを効果的に補正し、光学特性を良好に維持し、高い解像力の投影パターン像が得られる投影露光装置及びそれをを用いた半導体素子の製造方法の提供を目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】

(1-1) 本発明の投影露光装置は、第1物体面上のパターンを投影光学系により第2物体面上に投影露光する投影露光装置において該投影光学系を構成する少なくとも1つのレンズ周辺部をリング状に加熱する加熱手段、該レンズ周辺部が所定温度となるように制御するレンズ温度制御手段、該投影光学系を構成するレンズに挟まれている複数のレンズ空間に気体を供給及び排気させる気体供給排気手段、そして該気体が所定温度となるように制御する気体温度制御手段とを設け、該レンズ温度制御手段と該気体温度制御手段による温度制御を予め設定した所定温度となるように連動して作動させたことを特徴としている。

【0013】特に、前記気体供給排気手段はレンズ空間内に気体を供給させる気体供給手段と気体を排気させる気体排気手段とをダクトで連結させ、該レンズ空間を介して密閉系内で該気体を循環させていることや、前記気体供給排気手段はレンズ空間内に気体を供給する供給口と気体を排気させる排気口に各々気体の流れを層流にする層流手段を有していること、そして前記気体は空気、N₂、CO₂であること等を特徴としている。

【0014】(1-2) 本発明の半導体デバイスの製造方法は、レチクル面上のパターンを投影光学系によりウエハ面上に投影露光した後、該ウエハを現像処理工程を介して半導体素子を製造する際、該投影光学系を構成する少なくとも1つのレンズ周辺部を加熱手段によりリング状に加熱し、このとき該レンズ周辺部が所定温度となるようにレンズ温度制御手段により制御し、該投影光学系を構成するレンズに挟まれている複数のレンズ空間に気体供給排気手段により気体を供給及び排気させ、このとき該気体が所定温度となるように気体温度制御手段により制御する際、該レンズ温度制御手段と該気体温度制御手段による温度制御を予め設定した所定温度となるように連動して作動する工程を利用していることを特徴としている。

【0015】特に、前記気体供給排気手段はレンズ空間内に気体を供給させる気体供給手段と気体を排気させる気体排気手段とをダクトで連結させ、該レンズ空間を介して密閉系内で該気体を循環させていることや、前記気体供給排気手段はレンズ空間内に気体を供給する供給口と気体を排気させる排気口に各々気体の流れを層流にする層流手段を有していること、そして前記気体は空気、N₂、CO₂であること等を特徴としている。

【0016】

【実施例】図1は本発明の投影露光装置の実施例1の要部概略図、図2、図3は図1の一部分の説明図である。同図において51はレチクルであり、その面上には電子回路パターンが形成されている。51aはレチクルステージであり、レチクル51を吸着保持している。50は照明系であり、光源手段として例えばエキシマレーザ、又は超高圧水銀灯そしてマスキング装置等を有し、レチ

クル51面上の電子回路パターンを露光光で均一な照度分布で照明している。

【0017】PLは投影光学系(投影レンズ)であり、照明系50からの露光光で照明されたレチクル51面上の電子回路パターンを所定倍率(例えば1/5又は1/10)でウエハ27面上に投影している。ウエハ27はその面上にレジスト等の感光材料が塗布されている。28はウエハチャックであり、ウエハ27を吸着保持している。29はウエハステージであり、ウエハ27をXYZ方向、及びθ、チルト駆動が可能である。

【0018】2は投影レンズ鏡筒、9~14は各々投影レンズPLを構成する各レンズ、3~8はレンズ9~14を収納、保持するレンズ枠である。35~40は夫々のレンズによって形成されるレンズ空間である。本実施例では予め露光時の各レンズの露光光のエネルギー吸収による温度分布、形状変形を計算し、投影レンズPLの像面湾曲変動、倍率変動、歪曲変動に特に寄与の大きいレンズを求めている。

【0019】本実施例では便宜上そのレンズを10と13としている。従って本実施例においては気体を流入させるレンズ空間をレンズ空間35、36、38、39としている。そしてレンズ周辺部を暖める加熱手段はレンズ枠4と7に設けている。18は気体供給手段であり、レンズ空間35、36、38、39に気体(空気、N₂、CO₂)を流入させており、このとき予め夫々のレンズ空間に単位時間あたり一定流量の気体が流入するように調整している。19は熱交換手段であり、気体供給手段18から送られてきた気体を所定の温度に調整している。20はHEPAフィルター(High Efficiency Particulate Air filter)であり、熱交換手段19から送られてきた気体の塵埃を取り除いている。

【0020】17は温度計であり、HEPAフィルター20を通過してきた気体の温度を計測している。21は気体温度制御手段(温度制御手段A)であり、温度計17による計測結果を基に気体が所定の温度になるように熱交換手段19を制御している。気体の温度制御の精度は例えば±3/100℃である。15は供給配管であり、温度制御された気体をレンズ空間に送り込んでいる。16は排気配管であり、レンズ空間35、36、38、39を通過し、レンズ10、13を冷やしてきた気体を回収している。22は気体排気手段であり、排気配管16により気体を回収しており、単位時間あたり一定量の気体が排気されるようになっている。気体供給手段18と気体排気手段22は気体供給排気手段の一要素を構成している。1は循環配管(ダクト)であり、気体排気手段22によって回収された気体を再び気体供給手段18に送っている。

【0021】本実施例では循環配管1により気体がレンズ空間35、36、38、39を介し、常に閉じた系内を循環するようにしており、これにより投影光学系PL

のレンズ表面に透過率低下の原因になる物質が付着しないようにしている。23は加熱手段の一要素としての電流供給手段であり、レンズ10、13内部の温度分布をフラットにする為にレンズ枠4、7のヒーターに電流を供給している。

【0022】24はレンズ温度制御手段(温度制御手段B)でありレンズ枠4、7に埋め込まれた温度計(不図示)の計測結果を基に所定の温度になるように電流供給手段23を制御している。尚レンズ枠4、7は後述する図でその詳細を示している。31はステージ駆動手段であり、ウエハ27を所定の位置に位置決めするための制御手段である。25、26、30は投影レンズPL下でウエハ27の高さを計測する為の公知の焦点位置検出システムであり、このうち26は投光光学系、25は受光光学系である。投光光学系26から発した光はウエハ27面を低い入射角で入射し、ウエハ27面上で反射し、受光光学系25に入射する。その入射位置を焦点位置制御手段30によりウエハ27の面の高さを所定の位置になるようにステージ駆動手段31に指令を出している。

【0023】33は演算手段であり、タイマー32と連動してメモリ34に記憶された値を基にして各露光プロセス毎に気体温度、レンズ周辺温度の温度制御の目標値を計算し、それらを温度制御手段A21、温度制御手段B24に送っている。同様に演算手段33はタイマー32と連動してメモリ34に記憶された値を基にして焦点位置制御手段30に目標値を出している。

【0024】図2は図1のレンズ10近傍の概略図である。同図において45はレンズ枠リングであり、レンズ枠4を構成する主要な部材でレンズ周辺部の加熱による熱膨張を抑える為低熱膨張材を用いている。43はリング状のヒーターであり、レンズ周辺部を暖めている。

【0025】42はリング部材であり、ヒーター43からの熱をレンズに伝える為に熱伝導率の良い部材より成り、ヒーター43に密着している。44は温度計でありレンズの周辺温度を計測する為にレンズに接触している。41は押え環であり、ヒーター43、リング部材42をレンズ枠リング45に固定しており、低熱膨張材で構成している。レンズ10は図のように流入気体により表面が冷やされつつ且つレンズ周辺をヒーター43で暖めており、これによりその温度分布が図8のプロファイル81のようにフラットなものになっている。

【0026】図3は図1のレンズ10近傍の平面図を示しており、特に供給配管15と排気配管16のレンズ空間流入付近を示している。

【0027】同図に示すように供給配管15と排気配管16はレンズ空間付近で二股に分かれている。52は鏡筒であり、供給配管15、排気配管16の配管の為に穴を開けている。更に気体流入口(気体供給口)と気体排気口にはレンズ空間内の気体の流れを層流に制御し、まんべんなく冷却気体を流入させ、回収する為に開口率3

0～40%程度のパンチングプレート（層流手段）60～63を設けている。

【0028】本実施例において鏡筒52が側面にある程度大きな穴を開けることができるような構造であれば、図9のような構成も可能である。

【0029】図9において64はこの場合の鏡筒であり、65はこの場合の供給配管、66はこの場合の排気配管である。そして気体流入口、気体排気口には図3と同様にしてパンチングプレート67、68を取り付けている。このように流入口と排気口にパンチングプレート等の流れを層流にする層流手段を設けることにより仮にレンズ空間内にパーティクルが流入しても、あるいはレンズ空間内でパーティクルが発生しても気体の流れが層流である為、速やかにレンズ空間の外に排出されるようにしている。

【0030】尚本実施例ではレンズ内部の温度分布をフラットにするレンズは10と13の2枚のレンズとしたが、投影レンズPLの種類により対象とするレンズの枚数は一定したものではない。

【0031】次に本実施例の動作を図4のフローチャートを用いて説明する前に本発明の基本的な構成要件の特徴について説明する。

【0032】本発明の投影露光装置においては、露光時、各レンズが露光光の一部を吸収することによりレンズ内にレンズ中心付近は高く、レンズ周辺部が低いという温度分布が生ずる。我々のシミュレーションでは光学性能の変化という視点で考えるとレンズ内の温度の絶対値を下げるよりもその分布の傾きをなるべくフラットにした方が、つまりレンズ中心の温度を下げたレンズ周辺の温度を上げる方が投影レンズの収差変化が穏やかで、その程度も少ないという結論が得られている。

【0033】図8はレンズ内の半径方向の温度分布の説明図である。図8を説明すると装置が露光を開始してから熱的に平衡状態になるとレンズ内の温度分布は曲線80のようになる。この状態でレンズ空間に空冷の為のエア（空気）を流すと曲線82の温度分布のようになる。更にレンズの温度分布の傾きをフラットにする為にレンズに空気を流しつつ、それと同時にレンズの周辺に若干熱を加えた場合の温度分布のプロファイルは曲線81のようになる。この時曲線81の温度の絶対値は曲線82の温度より高いにも関わらず、投影レンズの光学性能の変化は曲線82の場合よりも曲線81の場合の方が少なく、且つその収差は良性であるという事実がシミュレーションにより得られている。

【0034】本発明ではこのような根拠に基づき、露光光の吸収により生じたレンズ内部の温度分布をなるべく傾きが少なくなるように温度制御する為、ある特定のレンズに対し、そのレンズ間隔の空間に所定の温度に制御された気体を流し、且つそれと同時にそのレンズの周辺部が所定の温度になるように熱を加え、夫々の温度を独

立に制御している。

【0035】実際には以下の手段をとる。予め露光時の各レンズのエネルギー吸収による温度分布、形状変形を、実験、シミュレーションにより求めておき、投影レンズの像面湾曲変動、倍率変動等の収差の各レンズの寄与分を計算しておく。その結果に基づき収差変動に大きく寄与するレンズを特定する。そのレンズは投影レンズの種類、照明方法等によって1枚の場合もあれば複数の場合もある。そのレンズにおいてレンズの周辺部をリング状に加熱する加熱手段とレンズの周辺部の温度を計測する計測手段と計測値に基づいてレンズ周辺部を所定の温度に制御するレンズ温度制御手段とを設ける。

【0036】更に対象とするレンズのレンズ間隔の空間に気体を流入させ排気する基体供給排気手段と、流入させる気体の温度を計測する計測手段と計測値に基づいて気体を所定の温度に制御する気体温度制御手段とを設けている。実際の露光の際は、レンズ内部の温度分布をなるべくフラットにする為にレチクル透過率、露光エネルギー、1ショット当たりの露光時間等の露光プロセスパラメータと予め計算、実験により求めておいた制御値により上記のレンズ周辺の温度とレンズ空間内に流入させる気体の温度を連動させて同時に制御している。又流入、排気する気体は気体供給手段と気体排気手段をダクトでつなぐことにより常にレンズ空間を介して閉じた系内を循環するようにしている。更にレンズ空間内に流入させる気体は空気以外にもN₂、CO₂のような不活性な気体を用いることも可能である。

【0037】このような手段をとることにより投影光学系のレンズ表面に透過率低下の原因になる物質を付着させることなく、装置の重ね合わせ精度に影響を及ぼす一要因である露光時のレンズの露光光のエネルギー吸収による投影レンズの倍率変動、歪曲変動を効果的に抑制し、重ね合わせ精度の向上を図ることのできる投影露光装置を提供している。又同時に投影レンズの像面湾曲変動も効果的に抑えることができる為、段差の多いプロセスにおいてもレンズ画角内で焦点深度を十分長く確保している。次に本発明の動作を図4のフローチャートを用いて説明する。

【0038】まず照明系内の超高圧水銀ランプが点灯する（100）。次に気体供給手段18と気体排気手段22が動作を開始し、レンズ空間35、36、38、39に所定の気体が送り込まれる（101）。送り込まれた気体は気体排気手段22により回収され、以後閉じた系内を循環し、常に清浄な状態を保ち、レンズ10、13の温度をコントロールしている。この時の流入気体の温度TOgas（初期温度）とレンズ周辺部温度TOlensはまだ露光が開始されていない為装置のチャンパー内温度である標準温度に制御される（102）。次にウエハ27は焦点位置制御手段30、ステージ駆動手段31により予めメモリ34に記憶された初期焦点位置Z0stgにセット

される(104)。露光回数カウンタ ΔN を0にセットする(105)。

【0039】次にウエハがグローバルアライメントされ、ウエハが第1ショット座標にアライメントされる(106, 107)。ここで露光に先立ち、現在の露光プロセスにおける露光エネルギー E_{expo} 、レチクル透過率 R_{tcd} 、露光時間 T_{expo} と現在までの露光回数カウンタ ΔN (この時点では0)の積がある一定値よりも大きいか小さいかという診断をする(108)。これは投影レンズに蓄積された露光エネルギーが投影レンズの光学特性に影響を与え流入気体温度 T_{gas} 、レンズ周辺温度 T_{lens} を制御する必要があるかどうかの判断を下すためのものである(この時点では当然ながら制御の必要なし)。この診断ステップ108が終了し、露光回数カウンタ ΔN に1を加え(112)、照明系内にあるシャッターが開き(113)、シャッターが閉じることによって(114)第1ショットの露光が完了する。

【0040】次にステージ29が第2ショットの為にグローバルアライメントの計測値に従って所定の座標に移動する(107)。診断ステップ108を経て露光回数カウンタ ΔN の値を2にし(112)、シャッター開閉の動作(113, 114)により第2ショットの露光が終了する。これら一連の動作が何回か繰り返されると次第に投影レンズに露光光のエネルギーの一部が蓄積され光学特性が変化してくる。診断ステップ108に従って $E \cdot R \cdot T \cdot \Delta N$ の値がある一定値以上になった場合、露光に先立ち光学性能補正動作に入る。つまり気体の温度を制御する温度制御手段A21とレンズ周辺の温度を制御する温度制御手段B24によりレンズ10, 13内部の温度分布がフラットになるように、気体温度 T_{gas} とレンズ周辺温度 T_{lens} が所定の値に制御される(109)。

【0041】しかしこの制御は投影レンズの倍率、歪曲、像面湾曲の変動を抑えるには有効であるが、焦点位置変動には追従できないため、焦点位置制御手段30により所定の高さ Z_{stg} にウエハ27が制御される(110)。これらの3つの制御指令値 T_{gas} 、 T_{lens} 、 Z_{stg} は各露光プロセスで異なってくるが、予めシミュレーション、実験により光学特性変化に対する係数としてメモリ34により記憶されているため演算手段33によりその露光プロセス毎に計算されてそれら制御手段21, 24, 30に送られる。これら3つの制御が終了すると露光回数カウンタが0にリセットされ(111)、再び通常の露光動作に入っていく(112, 113, 114)。

【0042】これら一連の動作を繰り返しながら投影レンズは常に良好な光学特性を維持しつつ、露光動作が進む。全ショットの露光が終了する(115)とウエハが交換され(116)、再びウエハアライメント106のステップに戻り、2枚目のウエハの露光動作が開始さ

れ、以後同様な動作を繰り返す。

【0043】本実施例ではこのような比較的簡易な構成をとることにより投影光学系のレンズ表面に透過率低下の原因になる物質を付着させることなく、装置の重ね合わせ精度に影響を及ぼす一要因である露光時のレンズの露光光のエネルギー吸収による投影レンズの倍率変動、歪曲変動を効果的に抑制し、重ね合わせ精度の向上をはかることのできる投影露光装置を提供している。又同時に投影レンズの像面湾曲変動も効果的に抑えることができるため、段差の多いプロセスにおいてもレンズ画角内で必要な焦点深度を確保することができるという効果をj得ている。

【0044】図5は本発明の投影露光装置の実施例2の要部概略図、図6、図7は図5の一部分の説明図である。本実施例は予め露光時の各レンズの露光光のエネルギー吸収による温度分布、形状変形を計算した結果、投影レンズの像面湾曲変動、倍率変動等の光学特性変化が各レンズでほぼ同等である場合に好適なものである。

【0045】本実施例は図1の実施例1に比べて大きく異なる部分はレンズ周辺の加熱手段に光を用いたことである。尚図5において図1の実施例1と同じ部材については同一の番号を付している。

【0046】図5において92, 93は各々45°に傾けた45°ミラーである。90, 91はリング照明部であり、45°ミラー92, 93を介して投影レンズPLの各レンズの周辺部をリング状に照明している。従ってリング照明部90, 91から発した照明光は45°ミラー92, 93で方向が90°変えられ、投影レンズPLの周辺部のみを透過しながらウエハ27に達する。又このリング照明部90, 91はハロゲンランプと照明用の光学系から構成されており、予め露光光付近の波長の光はフィルターによって除去しており、これによりウエハ27に塗布されたレジストには感光しないようにしている。

【0047】又図5ではこのリング照明部90, 91と45°ミラー92, 93は2組しか図示していないが、実際は投影レンズPLの周辺部を照明できるように4つのリング照明部と45°ミラーが配置されている。又このレンズ周辺の加熱手段は投影レンズPLの全レンズに効いてくるため、全てのレンズ空間35~40に冷却気体を流入する必要があるが、図のように供給配管15aと排気配管16aを設けている。温度制御手段B24は投影レンズのPLの各レンズ全てについてその温度をモニターしており、予め計算、実験により求めておいた制御値に基づきリング照明部90, 91の電流供給手段23aをコントロールすることにより最適なハロゲンランプの強度を調整し、各レンズ内部の温度分布がフラットになるようにしている。

【0048】図6は図5のリング照明部、45°ミラーの配置を投影レンズPLの上方から見た平面図である。

この図においてリング照明部と45°ミラーは90と92, 93と91, 94と96, 95と97の4組配置されており、投影レンズPLを照明している。もちろんこの組み合わせ数は4組にとどまらず、6組でも8組でも良く、多い方がより均等にレンズをリング状に照明できる。

【0049】図7は実施例1の図2に対応する図であり、レンズ枠4を表している。図中45aはレンズ枠リングであり、レンズ枠を構成する主要な部材でレンズの周辺温度を計測するための温度計に接触している。

【0050】本実施例ではレンズ周辺の加熱手段に光を用いたリング照明を用いるため、レンズ枠は実施例1のような複雑な構成をとる必要がなく、簡単な構成で済むという特長がある。レンズ10は図のように流入気体により表面が冷やされつつ、且つ周辺を非露光光で暖められるため、その温度分布は図8のプロファイル81のようにフラットなものになる。又本実施例に基づいた装置の動作はほぼ実施例1の動作に準じており、変更があるのはリング照明部への制御指令値のみである。

【0051】本実施例のような構成をとることにより露光光の吸収による投影レンズの光学特性変化に対する各レンズの効率が同じ程度である場合、全レンズの内部温度分布を一括して制御できるため、容易に投影レンズの光学特性変動を抑えることができる。又レンズ枠の内部にヒーターを埋め込む必要がないため、鏡筒の熱膨張を考慮する必要がなく、又レンズ枠の構成が簡単であるため従来と同じ方法で投影レンズを組立、調整できる等の利点がある。

【0052】以上説明した本発明の投影露光装置の実施例1, 2において二つの実施例の使い分け方法としては投影レンズ毎で異なり、予め計算により投影レンズの光学特性変化に対する各レンズの寄与分を計算しておき、その結果、特定レンズに片寄っている場合は実施例1を用い、寄与分が比較的各レンズで同じ程度である場合は実施例2を用いるのが良い。

【0053】次に上記説明した露光装置を利用した半導体デバイス(半導体素子)の製造方法の実施例を説明する。

【0054】図10は半導体デバイス(ICやLSI等の半導体チップ、或は液晶パネルやCCD等)の製造のフローを示す。ステップ1(回路設計)では半導体デバイスの回路設計を行う。ステップ2(マスク製作)では設計した回路パターンを形成したマスクを製作する。

【0055】一方、ステップ3(ウエハ製造)ではシリコン等の材料を用いてウエハを製造する。ステップ4(ウエハプロセス)は前工程と呼ばれ、上記用意したマスクとウエハを用いてリソグラフィ技術によってウエハ上に実際の回路を形成する。

【0056】次のステップ5(組立)は後工程と呼ばれ、ステップ4によって作製されたウエハを用いて半導

体チップ化する工程であり、アッセンブリ工程(ダイシング、ボンディング)、パッケージング工程(チップ封入)等の工程を含む。ステップ6(検査)ではステップ5で作製された半導体デバイスの動作確認テスト、耐久性テスト等の検査を行なう。こうした工程を経て半導体デバイスが完成し、これが出荷(ステップ7)される。

【0057】図11は上記ウエハプロセスの詳細なフローを示す。ステップ11(酸化)ではウエハの表面を酸化させる。ステップ12(CVD)ではウエハ表面に絶縁膜を形成する。ステップ13(電極形成)ではウエハ上に電極を蒸着によって形成する。ステップ14(イオン打込み)ではウエハにイオンを打ち込む。ステップ15(レジスト処理)ではウエハに感光剤を塗布する。ステップ16(露光)では上記説明した露光装置によってマスクの回路パターンをウエハに焼付露光する。

【0058】ステップ17(現像)では露光したウエハを現像する。ステップ18(エッチング)では現像したレジスト像以外の部分を削り取る。ステップ19(レジスト剥離)ではエッチングがすんで不要となったレジストを取り除く。これらのステップを繰り返して行なうことによってウエハ上に多重に回路パターンが形成される。

【0059】本実施例の製造方法を用いれば、従来は製造が難しかった高集積度の半導体デバイスを製造することができる。

【0060】

【発明の効果】本発明によれば以上のような構成をとることにより、投影光学系を構成するレンズが露光光を吸収した場合でも、その収差変化を効果的に補正し、光学特性を良好に維持し、高い解像力の投影パターン像が得られる投影露光装置及びそれを用いた半導体素子の製造方法を達成している。

【0061】特に本発明によれば予め露光時の各レンズの露光光エネルギー吸収による温度分布、形状変形を計算しておき、投影レンズの光学特性の変動に対する各レンズの寄与分を計算しておきその結果を基に一つ以上レンズにおいてレンズ周辺部を所定の温度にリング状に加熱し、それらレンズのレンズ空間に所定の温度の気体を流入、排気しこの2つの温度を連動させて制御することにより、レンズ内部の温度分布を常にフラットに保つことが可能となり、装置の重ね合わせ精度に影響を及ぼす一要因である、露光時のレンズの露光光のエネルギー吸収による投影レンズの倍率変動、歪曲変動を抑制し、重ね合わせ精度の向上を図ることのできる投影露光装置を提供することができる。

【0062】又同時に投影レンズの像面湾曲変動も効果的に抑えることができるため、段差の多いプロセスにおいてもレンズ画角内で必要な焦点深度を確保することができる。又冷却する気体は閉じた系内を循環するため、露光光と雰囲気中のある分子の光化学反応による反応物質生成を抑えることができるため、投影光学系のレンズ

表面に透過率現象の原因となる物質の付着を防ぐことができる等の効果を有した投影露光装置を達成している。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の投影露光装置の実施例1の要部概略図

【図2】 図1の一部分の説明図

【図3】 図1の一部分の説明図

【図4】 本発明の投影露光装置の実施例1のフローチャート

【図5】 本発明の投影露光装置の実施例2の要部概略図

【図6】 図5の一部分の説明図

【図7】 図5の一部分の説明図

【図8】 レンズ内部の温度分布を説明するための説明図

【図9】 図3の一部を変形した説明図

【図10】 本発明の半導体デバイスの製造方法の要部ブロック図

【図11】 本発明の半導体デバイスの製造方法のフローチャート

【符号の説明】

PL 投影レンズ

9～14 レンズ

35～40 レンズ空間

3～8 レンズ枠

50 照明系

1 循環配管

2 レンズ鏡筒

51 レチクル

18 気体供給手段

19 熱交換手段

21 温度制御手段A

20 HEPAフィルター

22 気体排気手段

23, 23a 電流供給手段

24 温度制御手段B

27 ウエハ

26 投光光学系

25 受光光学系

30 焦点位置制御手段

31 ステージ駆動手段

33 演算手段

43 ヒーター

52, 64 流入口、排気口のついた鏡

44, 44a レンズ温度計

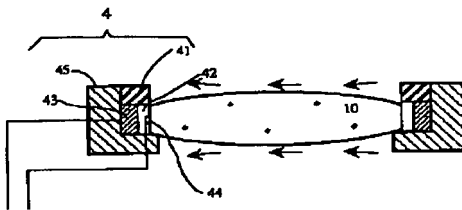
45, 45a レンズ枠リング

60～63, 67, 68 パンチングプレート

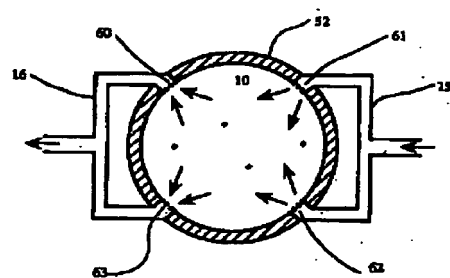
90, 91, 96, 97 リング照明部

92～95 45°ミラー

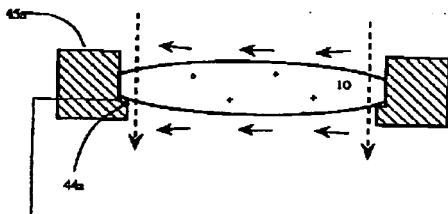
【図2】



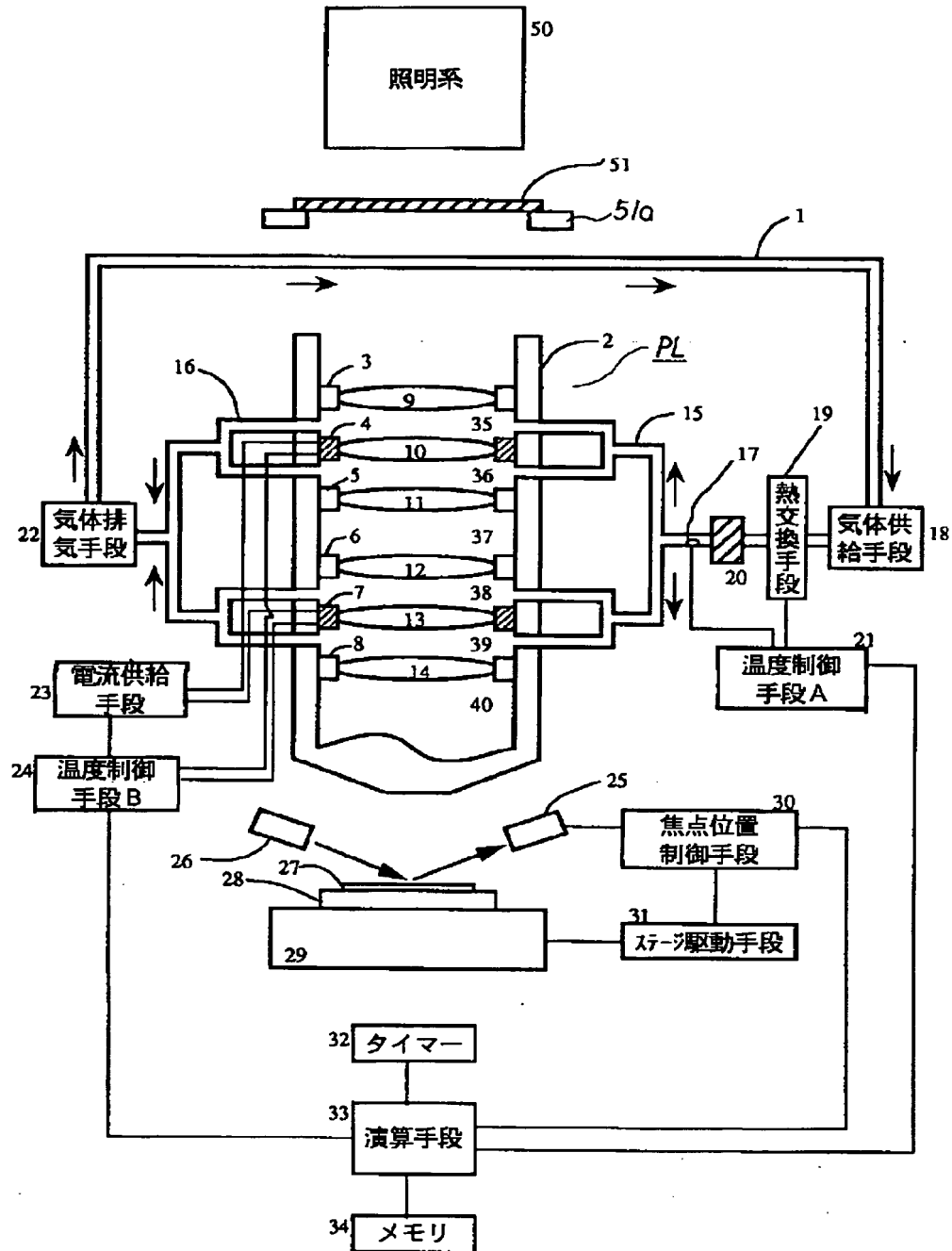
【図3】



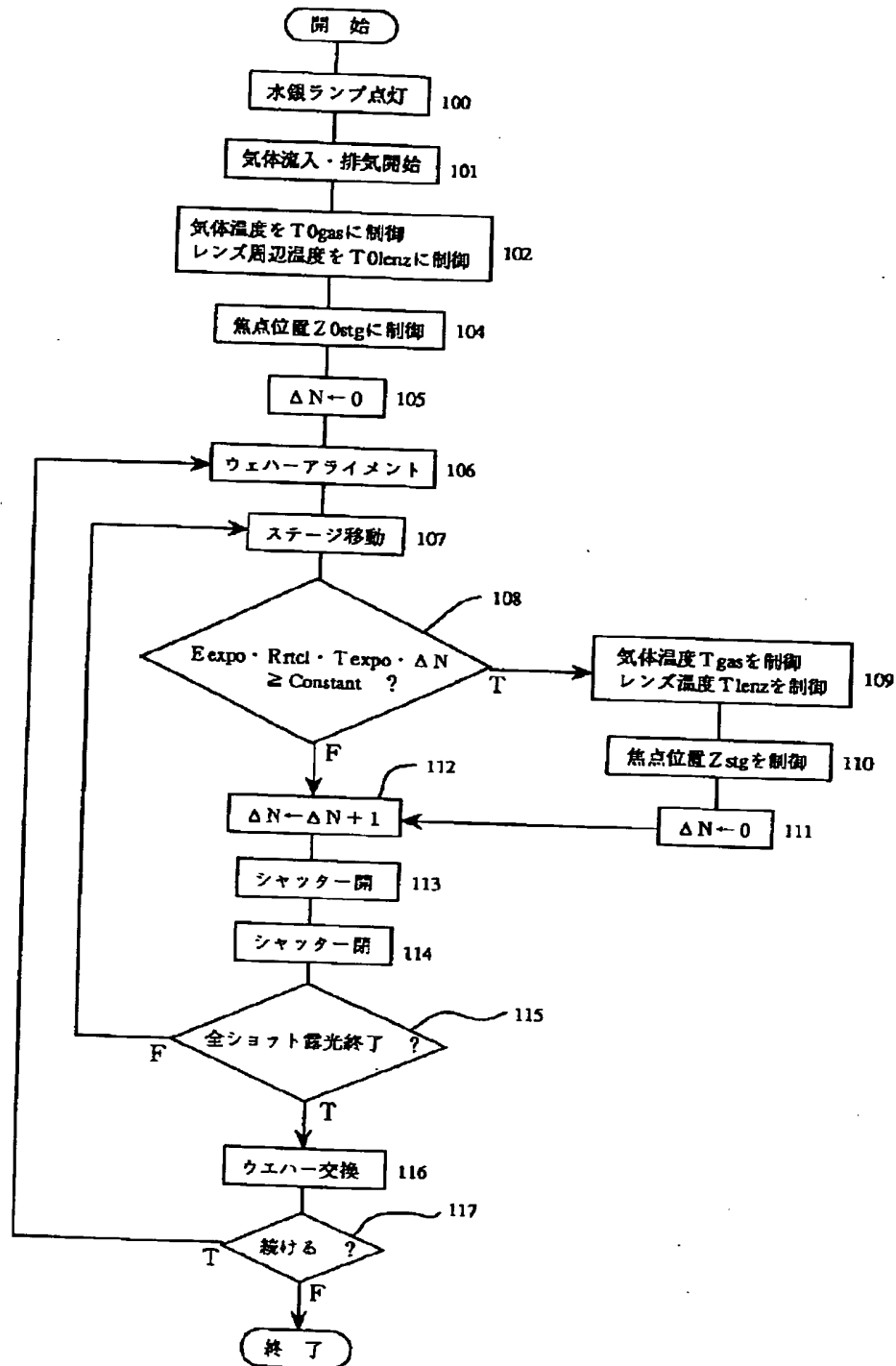
【図7】



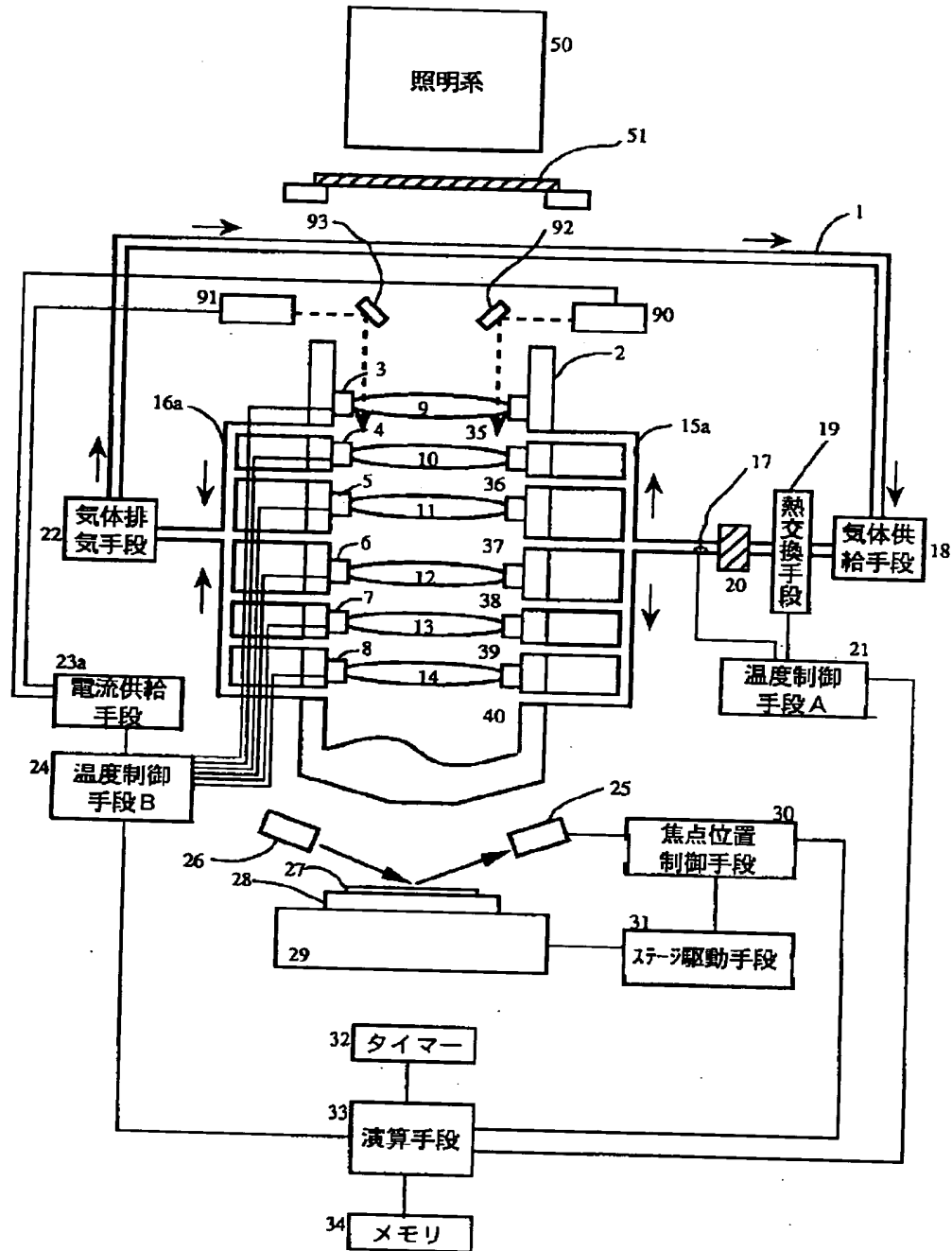
【図1】



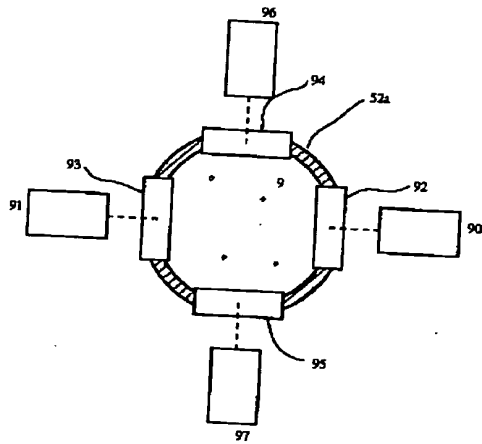
【図4】



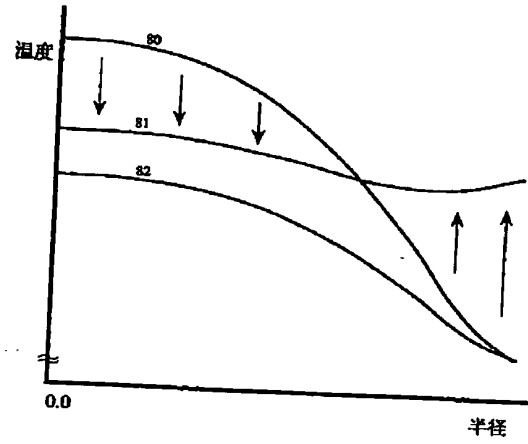
【図5】



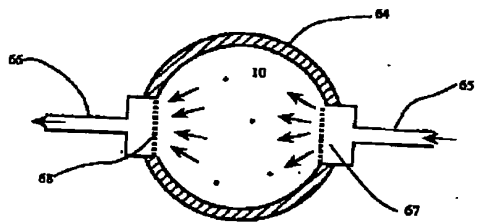
【図6】



【図8】

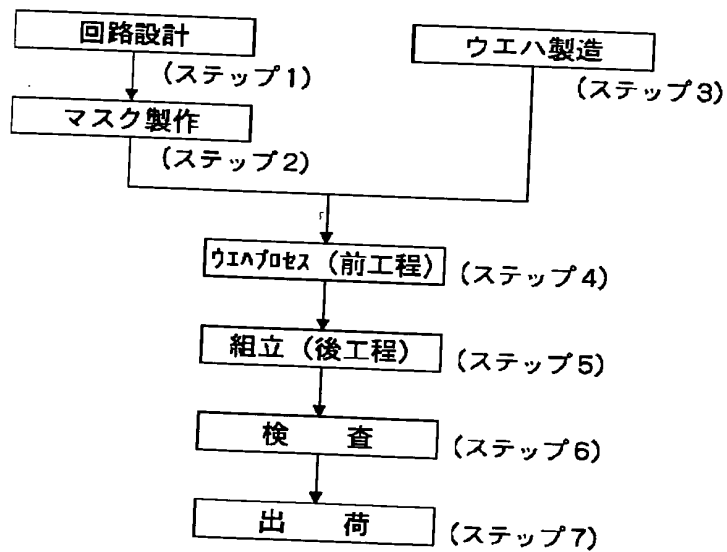


【図9】



18/

【図10】



【図11】

